

УДК 635-15: 633.63

К ВОПРОСУ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Кухарев О.Н., Старостин И.А., Семов И.Н.

Реферат. Сахарная свекла является единственным источником получения сахара в России. Применение новых высокопродуктивных сортов и гибридов сахарной свеклы с высокими показателями сахаристости позволяет значительно нарастить производство сахара. Для обеспечения продовольственной безопасности страны по производству сахара и снижения импортозависимости по семенам сахарной свеклы стратегической задачей является возобновление отечественной селекции сахарной свеклы и обеспечение ее семенами свекловодов страны. Одним из факторов, сдерживающих развитие отечественной селекции и семеноводства, является физически и морально устаревшая техническая база селекционно-семеноводческих институтов, центров и хозяйств. При селекции сахарной свеклы используются безвысадочный, высадочный и пересадочный (штеклинговый) способы получения семян сахарной свеклы. Наибольший практический интерес представляет внедрение штеклингового способа получения семян, при котором создается загущенный посевы сахарной свеклы, за счет чего обеспечивается оптимальный удельный выход маточных корнеплодов, наиболее эффективно используется площадь пашни и снижается себестоимость производства семян. При этом в условиях борьбы за свет, влагу и питательные вещества выживают наиболее сильные биотипы. Проведенный анализ машин для селекции и семеноводства показывает, что серийно выпускающиеся в нашей стране машины не соответствуют требованиям технологии получения семян сахарной свеклы штеклинговым способом. Необходимо создавать и внедрять специализированные машины, такие как фрезы-грядообразователи, сеялки для создания загущенного посева, машины для чеканки семенников и удаления опылителя. Используемые для сортировки штеклингов линии требуют дополнительного проведения ручного отбора корнеплодов и выбраковки поврежденных, загнивших или зараженных штеклингов. Машины для высадки штеклингов требуют применения монотонного ручного труда. Перспективным является проведение исследований в направлении автоматизации процессов уборки, сортировки и высадки штеклингов, чеканки семенников, исключения ручного труда при проведении данных операций.

Ключевые слова: сахарная свекла, семена, технология возделывания, селекция, семеноводство, способ получения семян, штеклинг.

Введение. Сахарная свекла является единственным источником получения сахара в России. По посевным площадям этой культуры наша страна занимает 1-е место в мире: около 25 % мировых посевов сахарной свеклы сосредоточены в нашей стране.

Посевные площади сахарной свеклы в нашей стране в 2018 году составили 1 127 тыс. га (1,4 % всех посевных площадей), а урожайность – 380,6 ц/га или 86 % от уровня 2017 г. – 442,1 ц/га [1]. В то же время урожайность сахарной свеклы в Испании в 2017 году составила 897,9 ц/га, в Германии – 837,5 ц/га, в среднем по ЕС – 791,5 ц/га, в США – 710,8 ц/га [2], т.е. в 2-2,5 раза выше чем в России.

Валовый сбор сахарной свеклы в России в 2018 г. составил 41,2 млн тонн (79 % от уровня 2017 г. – 51,9 млн тонн) [1], во Франции производство сахарной свеклы составляет ежегодно около 33 млн. тонн, в США – 31 млн. тонн, в Германии – 27 млн тонн, в Украине – 18 млн тонн, в Турции – 15 млн тонн [3].

Внедрение новых технологий возделывания сахарной свеклы, связанных с исключением ручного труда за счет равномерного распределения семян по длине рядка, химической защиты растений, использования удобрений и т.п., привело к тому, что стали требоваться семена принципиально другого качества: специально подготовленные к посеву по новым технологиям, при этом их всхожесть должна приближаться к стопроцентной. К сожалению, отечественных семян, отвечающих таким тре-

бованиям, российские семенные заводы вовремя предложить не смогли и их стали заменять семена зарубежной селекции [4, 5]. В связи с этим в настоящее время более 97 % высеваемых в России семян сахарной свеклы импортные.

Урожайность импортных сортов и гибридов сахарной свеклы выше, чем у отечественных, однако, в условиях обильного увлажнения выявляется проблема развития корневых гнилей, с которой зарубежные сорта и гибриды справляются плохо и не добывают сахар до необходимого уровня. Негативное влияние на урожай оказывает и засуха [3, 6].

Еще одной проблемой, с которой сталкиваются свекловоды как в нашей стране, так и во всем мире, являются низкие мощности сахароперерабатывающих заводов, что не позволяет в установленные сроки переработать собранный урожай сахарной свеклы. Аграрии вынуждены хранить корнеплоды на полях в кагатах, в результате чего снижается сахаристость и повышаются потери из-за загнивания корнеплодов [7]. Потери при хранении могут достигать свыше 20 % урожая. Отечественные сорта и гибриды более устойчивы к избыточному увлажнению, засухе, лучше хранятся после уборки и имеют минимальные потери сахара. В связи с этим свекловодческие хозяйства начинают обращать внимание не только на урожайность, но и на лежкость сахарной свеклы. В этом плане отечественные семена выигрывают у зарубежных [3, 6].

Одним из последних мировых трендов в селекции сахарной свеклы является выведение агрохимически активных сортов, которые способны производить значительно больше органического вещества на единицу внесенных удобрений. За счет наиболее эффективного усвоения удобрений становится возможным получать в 4-5 раз большую прибавку урожайности. При этом, агрохимически эффективные сорта позволяют снизить норму внесения удобрений и негативное воздействие на окружающую среду [8].

С целью обеспечения продовольственной безопасности страны по производству сахара и снижения импортозависимости по семенам сахарной свеклы стратегической задачей является возобновление отечественной селекции сахарной свеклы и обеспечение ее семенами свекловодов страны. Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы предусматривается достижение к 2025 году доли семян гибридов сахарной свеклы отечественной селекции в 20% и выведение не менее восьми новых конкурентоспособных гибридов сахарной свеклы отечественной селекции [9].

Фактором, сдерживающим развитие отечественной селекции и семеноводства, является физически и морально устаревшая техническая база селекционно-семеноводческих институтов, центров и хозяйств, обновление которой происходит очень медленно. В настоящее время при селекции сахарной свеклы на небольших участках многие операции по-прежнему осуществляются вручную, что при промышленном производстве семян неприемлемо [6, 10].

Анализ и обсуждение результатов исследований. Сахарная свекла является двулетним растением: в первый год жизни из высеванных семян получают маточные корнеплоды (маточники), а на второй – семена. При селекции сахарной свеклы получили распространение безвысадочный, высадочный и пересадочный (штеклинговый) способы получения семян сахарной свеклы [11, 12, 13].

При выращивании семян безвысадочным способом маточную свеклу высевают в конце лета, оставляют в поле зимовать, не выкапывая корнеплоды, и на следующий год выращивают семена. Этот способ требует наибольшего количества посевных площадей, но все равно остается наиболее выгодным с экономической точки зрения. Самыми благоприятными регионами для выращивания семян сахарной свеклы таким способом являются север Италии и юг Франции, где сейчас и сконцентрированы селекционные посевы мировых производителей семян [3].

В Российской Федерации для безвысадочного способа по климатическим условиям подходят только Краснодарский край и Крым. Условия Крыма наиболее благоприятны для селекции и семеноводства сахарной свеклы, но в настоящее время для этого на полуострове недостаточно орошаемых площадей [3].

При этом способе семена высеваются в

первый год уже с требуемой заданной частотой стояния семенных растений в соотношении 1:3, то есть на три ряда материнской формы приходится один ряд отцовской [14]. Посев и уход за растениями первого года жизни осуществляется серийными машинами для фабричного производства сахарной свеклы. Осенью растения присыпают почвой для лучшей зимовки, а весной на второй год очищают от нее. Уход за растениями второго года жизни осуществляют теми же машинами, что и в первый год. В период цветения проводят пинцировку – прищипывание верхушек соцветий всех стеблей, отходящих от корня [13]. В последнее время широкое распространение получил химический способ пинцировки растений. Одним из способов повышения качества семян является дополнительное опыление семенников свеклы, которое проводят в период массового цветения семенников 3-4 раза с промежутками от двух до пяти суток. После завершения цветения и полного опыления семенных растений отцовский компонент (опылитель) удаляют. Для равномерного созревания и получения однородных по размеру семян сахарной свеклы проводят чеканку семенных растений – удаление 6...8 см верхушки материнского компонента специальными машинами (рисунок 1) [13].

Уборку семенников осуществляют по двухфазной схеме со скашиванием в валки, последующим подбором валков и обмоломом семенников селекционными комбайнами с полотняно-планчатými подборщиками [13].

Высадочный способ состоит из трех этапов: получение маточных корнеплодов, их хранение, выращивание семенников. Семена маточной свеклы высевают серийными сеялками, но с повышенной густотой. Операции по уходу за растениями аналогичны уходу за фабричными посевами и осуществляется серийными машинами. Осенью удаляют ботву растений, маточные корнеплоды выкапывают серийными корнеуборочными машинами и закладывают на хранение в кагаты до весны. На второй год их сортируют и высаживают высадкопосадочными машинами на конечную густоту в соотношении отцовской и материнской форм 1:3. Уход за высадками осуществляют серийными машинами. По аналогии с безвысадочным способом производят пинцировку, опыление семенников, удаление опылителя, чеканку и уборку семян (рисунок 2) [13].

При реализации высадочного способа к перечню сельскохозяйственных машин, используемых при безвысадочном способе, добавляются ботвоуборочные, корнеуборочные и высадкопосадочные машины [13]. Этот способ позволяет экономить посевные площади, но из-за большого числа трудоемких операций является довольно затратным.

В последнее время в мире широкое распространение получил безвысадочно-пересадочный – штеклинговый способ производства семян сахарной свеклы.

Штеклинг – маточный корнеплод сахарной



Рисунок 1 – Основные технологические операции при безвысадочном способе получения

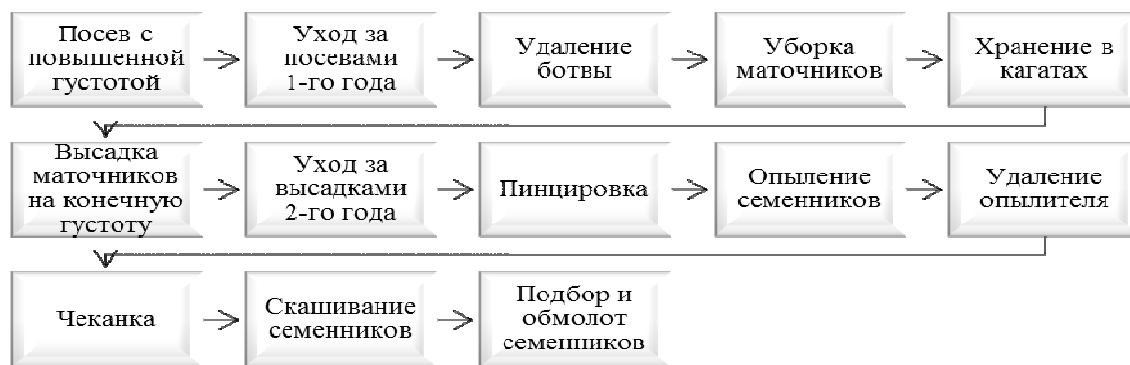


Рисунок 2 – Основные технологические операции при высадочном способе получения семян сахарной свеклы

свеклы, имеющий в отличие от традиционных маточных корнеплодов свеклы меньшие размеры и массу: диаметр у шейки – 15...25 мм, длина – 150...200 мм, масса – 30...200 г, угловая конусность – 7...15° [15]. Как и традиционные корнеплоды, их перед посадкой сортируют и калибруют по вышеуказанным признакам на сортировочных пунктах селекционно-семеноводческих хозяйств. Способ получения небольших корнеплодов (штеклингов) дает большой выход посадочного материала с единицы площади и обеспечивает высокий коэффициент размножения семян [12, 13, 14].

При производстве семян по такому способу в первый год в августе осуществляется загущенный посев свеклы в гряды и выращивание штеклингов. Ширина междурядий при этом составляет 22,5 см, а количество высеваемых семян – 400...500 тыс. шт./га. Загущенный посев обеспечивает оптимальный удельный выход маточных корнеплодов и позволяет наиболее эффективно использовать площадь пашни, что в целом позволяет снизить себестоимость производства семян. Кроме того, в условиях борьбы за свет, влагу и питательные вещества выживают наиболее сильные биотипы [14].

Осенью при снижении дневной температуры до 8-10 °С приступают к уборке штеклингов. Проводят операции удаления ботвы, выкапывания корнеплодов, сортировки и закладки на хранение. Для этих целей используют ботвоуборочные машины и специальные комбайны, приспособленные для уборки мелких корнеплодов. Целесообразно использовать комбайны, оснащенные ботвоудаляющими органами, при этом отпадает необходимость в использовании отдельной ботвоуборочной машины. Хранение штеклингов осуществляют

в корнехранилище, оснащенном оборудованием для поддержания микроклимата. В ранневесенний период корнеплоды вынимают из корнехранилища, повторно сортируют и высаживают на другой обработанный участок, используя при этом специальные сортировальные линии и высадкопосадочные машины. Посадку выполняют по схеме 1:3, то есть три из четырех рядов высаживают материнской формой, а один ряд – отцовской формой, с шириной междурядий – 60 см. Уход за посадками осуществляют серийными машинами. По аналогии с высадочным способом производят пинцировку, опыление семенников, удаление опылителя, чеканку и уборку семян по двухфазной технологии (рисунок 3) [13].

Штеклинговый способ получения семян является новым для нашей страны и еще только начинает внедряться. При его реализации требуется ряд специализированных машин и оборудования [15, 16].

В соответствии с технологией получения семян штеклинговым способом для предпосевной подготовки почвы и формирования гряд используют фрезы-грядообразователи, формирующие гряды шириной 1,8 м, например, фреза-грядообразователь модели AF 190 SUPER фирмы Hortech (Италия), культиватор CULTIRATEAU F-185 фирмы SIMON (Франция), грядообразователь BF 200 фирмы GRIMME (Германия). В России аналоги пока не производятся.

Загущенный посев семян производят 8-ми рядными сеялками с междурядьем 22,5 см и густотой до 1 млн. шт./га, такими как, пневматическая овощная сеялка точного высева Gaspardo Orietta (Италия), сеялка Monosem MS (Франция), сеялка точного высева SCHMOTZER P4000 (Германия). Из отечественных ма-



Рисунок 3 – Основные технологические операции при штеклинговом способе получения семян сахарной свеклы

шин возможно применение овощной сеялки КЛЕН-2,8 (производства МСНПП «КЛЕН») с модернизацией высевашного аппарата и уменьшением ширины междурядий.

Для удаления ботвы используются ботвоудалители РБМ-6 (Россия), МБУ-3,6 (Республика Беларусь), Grimme KS-3600 (Германия), Krukowiak Z801 (Польша).

Серийно выпускающиеся свеклоуборочные машины не подходят для уборки выращенных штеклингов с поля, поскольку убираемые штеклинги имеют существенно отличающиеся размерно-массовые характеристики от полноценных корнеплодов сахарной свеклы, а схема посева отличается от промышленных посевов. Для этих целей селекционерами могут использоваться комбайны типа Harvester Jones фирмы Engineering (Великобритания), Carrot Harvester TRS-2 фирмы Asa-Lift (Дания), Simon S3 (Франция).

При сортировке штеклингов отбираются наиболее подходящие по размерно-массовым характеристикам корнеплоды. Для сортировки возможно использовать как отечественные калибраторы для овощей и картофеля типа УК-10-01, так и импортные машины для калибровки овощей Allround VP (Нидерланды), сортировки роликовые SR 1585 (Польша), ProVega RS-515H (Словения) и др. После сортировки корнеплоды проходят этап ручного отбора, на котором выбраковывают поврежденные, загнившие или зараженные корни. На практике только 30-35 % собранных штеклингов отбираются для дальнейшей высадки.

Высадку штеклингов осуществляют как отечественными высадкопосадочными машинами типа ВПС-2,8; МВ-2,8; ВПУ-4, так и зарубежными, типа Vasrijs BV (Великобритания), рассадопосадочными машинами Hortech PRACTICA (Италия), Sfoggia PLANTEC ONE (Италия) и др. Существующие машины для высадки штеклингов лишь частично механизмируют процесс: требуются рабочие, которые вручную укладывают корни в ячейки высаживающего аппарата. На каждую высаживающую секцию необходим как минимум один рабочий. С этим связана и низкая производительность данных машин.

В связи со схемой посадки штеклингов 1:3 использование для удаления опылителя

(отцовской формы) серийных мульчеров не представляется возможным. Для этих целей необходимо комбинированное устройство для удаления растений опылителя, которое в настоящее время серийно не выпускается.

Для чеканки семенников (материнской формы) используется скашивающее устройство СУР-4,8. Однако, данная машина, как и ее аналоги, в настоящее время серийно не выпускается, поэтому в селекционно-семеноводческих хозяйствах в большинстве случаев чеканку производят вручную.

Скашивание семенников осуществляют сегментными косилками, оборудованными валкообразователями. Для этих целей подойдут серийно выпускающиеся косилки типа КСП-2,1 (Россия) и MasterYard 9GB-1.8 (Китай), однако, валкообразующие устройства на них в настоящее время серийно не выпускаются.

Подбор и обмолот семенников возможно осуществлять отечественными серийно выпускающимися селекционными комбайнами типа «Classic» Wintersteiger – ВИМ, «Delta» Wintersteiger – ВИМ, «Sampo SR-2010» (Агротехмаш) или импортными типа HALDRUP C-65 (Дания), Zürn 150 (Германия) и др.

Выводы. Перспективным способом селекции и семеноводства семян сахарной свеклы, который позволяет повысить выход посадочного материала с единицы площади, обеспечить высокий коэффициент размножения семян и снизить себестоимость производства семян, является штеклинговый. Проведенный анализ показывает, что серийно выпускающиеся в нашей стране машины не соответствуют требованиям технологии получения семян сахарной свеклы штеклинговым способом. В связи с этим внедряющие штеклинговый способ производства семян сахарной свеклы отечественные семенные хозяйства закупают дорогостоящую специализированную импортную технику. Для обеспечения штеклингового способа производства семян сахарной свеклы отечественной техники необходимо создавать и внедрять специализированные машины, такие как фрезы-грядообразователи, машины для чеканки семенников, удаления опылителя, скашивания семенников в валки, модернизи-

ровать выпускающиеся сеялки для выполнения посева на грядках с междурядьем 22,5 см и нормой около 1 млн шт./га. Существующие машины и линии для сортировки штеклингов требуют дополнительного проведения ручного отбора корнеплодов и выбраковки поврежденных, загнивших или зараженных штеклингов. Машины для высадки штеклингов требуют применения монотонного ручного труда.

Перспективным является проведение исследований в направлении автоматизации процессов уборки, сортировки и высадки штеклингов, чеканки семенников, исключения ручного труда при проведении данных опера-

ций. Одним из приоритетных направлений организации процесса селекции и семеноводства видится внедрение в процесс производства семян цифровых технологий, в частности, оснащение всего комплекса селекционных машин цифровыми системами мониторинга параметров технологического процесса, почвы, состояния посевов, всходов и собранного семенного материала [17, 18], что позволит значительно облегчить труд селекционеров, принимать оперативные управленческие решения, осуществлять контроль сроков и качества проведения технологических операций.

Литература

1. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство: Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/economy/#, свободный. (Дата обращения 20.09.2019).
2. ФАОСТАТ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fao.org/faostat/ru/#data/QC>, свободный. (Дата обращения 20.09.2019).
3. Каракотов С. Наша задача – восстановление селекции сахарной свеклы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.betaren.ru/prensa/219/>, свободный. (Дата обращения 20.11.2019).
4. Старостин И.А. Разработка дискового шлифовального устройства для предпосевной подготовки семян сахарной свеклы: Дисс. канд. техн. наук: 05.20.01 / И.А. Старостин. – Пенза, 2015. – 155 с.
5. Физико-механические свойства современных сортов и гибридов сахарной свеклы / О.Н. Кухарев, Г.Е. Гришин, И.Н. Семов, И.А. Старостин // Вестник Казанского ГАУ. – 2013. – № 2 (28). – С. 77–80.
6. Бартечев И.И. Селекция сахарной свеклы: новые горизонты [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.nsss-russia.ru/2018/10/17/селекция-сахарной-свеклы-новые-гориз/>, свободный. (Дата обращения 20.09.2019).
7. Liebe S., Varrelmann M. Impact of root rot pathogens on storage of sugar beets and control measures // Sugar industry-zuckerindustrie, vol. 139, 2014. – 443-452 p.
8. Эффективность сортов и гибридов сахарной свеклы при различных уровнях минерального питания / О.Н. Кухарев, О.М. Касыпкина, В.В. Косыляев // Нива Поволжья. – 2017. – № 2 (43). – С. 29-33.
9. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017 - 2025 годы»
10. Кайшев В.Г., Серегин С.Н., Корниенко А.В. Возрождение селекции и семеноводства сахарной свеклы: стимулы и ограничения в достижении целевых установок // Сахарная свекла. 2017. – № 10. – С. 2-7.
11. Малецкий С.И. Инновационные технологии в селекции и семеноводстве сахарной свеклы / Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 59. – С. 263-273.
12. Сахарная свекла [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.newtechagro.ru/articles/archive/1/saharnaya_svekla_beta_vulgaris_l_var_saccharifera.html, свободный. (Дата обращения 20.09.2019).
13. Федоренко В.Ф., Мишунов Н.П., Щеголихина Т.А. Современные технологии и оборудование в селекции и семеноводстве отечественных сортов сахарной свеклы: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018 – 88 с.
14. Каракотов С. Урожайность сахарной свеклы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.betaren.ru/prensa/112/>, свободный. (Дата обращения 20.09.2019).
15. Михеев В.В., Еремин П.А., Зернов В.Н., Петухов С.Н. Механизация в технологиях семеноводства корнеплодов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2018. – Т. 12. – № 6. – С. 31-37.
16. Михеев В.В., Хамуев В.Г., Текушев А.Х., Кынев Н.Г., Кубеев Е.И. Инновационное технологическое и техническое совершенствование селекции и семеноводства сахарной свеклы / Фермер. – Черноземье. – 2019. – № 4 (25). – С. 30-34.
17. Mahlein A.K., Kuska M.T., Behmann J.; Paulus S. New trends of digital technologies - opportunities for sugar beet cultivation // International sugar journal, vol. 121, 2019. – 134-137 p.
18. Измайлов А.Ю., Смирнов И.Г., Ильченко Е.Н., Гончаров Н.Т., Лужнова Е.С., Афонина И.И. Управление производственными процессами полеводческих предприятий с использованием информационных и цифровых технологий // Инновации в сельском хозяйстве. – 2019. – № 1 (30). – С. 180-190.

Сведения об авторах:

Кухарев Олег Николаевич – доктор технических наук, профессор, ректор, e-mail: kucharev@bk.ru
 ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза, Россия.
 Старостин Иван Александрович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, e-mail: starwan@yandex.ru
 ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», г. Москва, Россия
 Семов Иван Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры механизации технологических процессов в АПК, e-mail: semiw@mail.ru
 ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза, Россия.

TO THE QUESTION OF TECHNIC-TECHNOLOGICAL SUPPORT OF SELECTION AND SEEDING OF SUGAR BEET

Kukharev O.N., Starostin I.A., Semov I.N.

Abstract. Sugar beets are the only source of sugar in Russia. The use of new highly productive varieties and hybrids of sugar beet with high sugar content can significantly increase sugar production. To ensure the country's food security in sugar production and reduce import dependence on sugar beet seeds, the strategic task is to resume domestic selection of sugar beets and provide it with beet seeds for the country. One of the factors restraining the development of domestic selection and

seed production is the physically and morally obsolete technical base of selection and seed-growing institutes, centers and farms. In the selection of sugar beets, non-transplanting, planting and transplanting (plug-in) methods for producing sugar beet seeds are used. Of great practical interest is the introduction of the plug-in method for producing seeds, in which thickened sugar beet crops are created, due to which the optimal specific yield of uterine root crops is ensured, the area of arable land is most effectively used and the cost of seed production is reduced. Moreover, in the struggle for light, moisture and nutrients, the most powerful biotypes survive. The analysis of machines for selection and seed production shows that commercially available machines in our country do not meet the requirements of the technology for producing sugar beet seeds using the plug-in method. It is necessary to create and implement specialized machines, such as bed-forming mills, seeders for creating a thickened sowing, machines for minting seed plants and removing pollinators. The lines used for sorting the plugs require additional manual selection of root crops and rejection of damaged, rotten or infected plugs. Machines for landing plugs require the use of monotonous manual labor. It is promising to conduct research in the direction of automating the processes of cleaning, sorting and planting of plugs, minting testes, and eliminating manual labor during these operations.

Key words: sugar beets, seeds, cultivation technology, selection, seed production, method for producing seeds, plugging.

References

1. *Selskoe khozyaystvo, okhota i lesnoe khozyaystvo: Federalnaya sluzhba gosudarstvennoy statistiki*. (Agriculture, hunting and forestry: Federal State Statistics Service). Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/economy/#,svobodnyy. (Date of access 20.09.2019).
2. *FAOSTAT*. (FAOSTAT). Available at: <http://www.fao.org/faostat/ru/#data/QC,svobodnyy>. (Date of access 20.09.2019).
3. Karakotov S. *Nasha zadacha – vosstanovlenie selektsii sakharnoy svekly*. (Our task is to restore the selection of sugar beets). Available at: <http://www.betaren.ru/prensa/219/,svobodnyy>. (Date of access 20.11.2019).
4. Starostin I.A. *Razrabotka diskovogo shlifovalnogo ustroystva dlya predposevnoy podgotovki semyan sakharnoy svekly: Diss. kand. tekhn. nauk: 05.20.01*. (Development of a disk grinding device for pre-sowing preparation of sugar beet seeds: Dissertation for a degree of Ph.D. of Technical Sciences: 05.20.01). // I.A. Starostin. – Penza, 2015. – P. 155.
5. Physical and mechanical properties of modern varieties and hybrids of sugar beet. [Fiziko-mekhanicheskie svoystva sovremennykh sortov i gibridov sakharnoy svekly]. / O.N. Kukharev, G.E. Grishin, I.N. Semov, I.A. Starostin // *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – *The Herald of Kazan State Agrarian University*. – 2013. – № 2 (28). – P. 77–80.
6. Bartenev I.I. *Selektsiya sakharnoy svekly: novye gorizonty*. (Sugar beet breeding: new horizons). Available at: <https://www.nsss-russia.ru/2018/10/17/selektsiya-sakharnoy-svekly-novyie-goriz/,svobodnyy>. (Date of access 20.09.2019).
7. Liebe S., Varrelmann M. Impact of root rot pathogens on storage of sugar beets and control measures. // *Sugar industry -zuckerindustrie*, Vol. 139, 2014. – P. 443-452.
8. The effectiveness of varieties and hybrids of sugar beet at various levels of mineral nutrition. [Effektivnost sortov i gibridov sakharnoy svekly pri razlichnykh urovnyakh mineralnogo pitaniya]. / O.N. Kukharev, O.M. Kasynkina, V.V. Koshelyaev // *Niva Povolzhya. - Niva Volga*. – 2017. – № 2 (43). – P. 29-33.
9. *Postanovlenie Pravitelstva Rossiyskoy Federatsii ot 25 avgusta 2017 g. № 996 “Ob utverzhdenii Federalnoy nauchno-tekhnicheskoy programmy razvitiya selskogo khozyaystva na 2017-2025 gody”*. (Decree of the Government of the Russian Federation of August 25, 2017 № 996 “On approval of the Federal scientific and technical program for the development of agriculture for 2017-2025”). // M.: Kreml. 2017. P. 45.
10. Kayshev V.G., Seregin S.N., Kornienko A.V. Revival of selection and seed production of sugar beet: incentives and limitations in achieving the target settings. [Vozrozhdenie selektsii i semenovodstva sakharnoy svekly: stimuly i ogranicheniya v dostizhenii tselevykh ustanovok]. / *Sakharnaya svekla. - Sugar beet*. 2017. № 10. P. 2-7.
11. Maletskiy S.I. Innovative technologies in selection and seed production of sugar beet. [Innovatsionnye tekhnologii v selektsii i semenovodstve sakharnoy svekly]. / *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – *Articles of Kuban State Agrarian University*. 2016. № 59. P. 263-273.
12. *Sakharnaya svekla*. (Sugar beet). Available at: https://www.newtechagro.ru/articles/archive/1/saharnaya_svekla_beta_vulgaris_1_var_saccharifera.html,svobodnyy. (Date of access 20.09.2019).
13. Fedorenko V.F., Mishurov N.P., Schegolikina T.A. *Sovremennye tekhnologii i oborudovanie v selektsii i semenovodstve otechestvennykh sortov sakharnoy svekly: nauch. analit. obzor*. [Modern technologies and equipment in breeding and seed production of domestic varieties of sugar beets: scientific and analytical overview]. – M.: FGBNU “Rosinformagrotekh”, 2018 – P. 88.
14. Karakotov S. *Urozhaynost sakharnoy svekly*. (Productivity of sugar beets). Available at: <http://www.betaren.ru/prensa/112/,svobodnyy>. (Date of access 20.09.2019).
15. Mikheev V.V., Eremin P.A., Zernov V.N., Petukhov S.N. Mechanization in the technology of seed production of root crops. [Mekhanizatsiya v tekhnologiyakh semenovodstva korneplodov]. / *Selskokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii. - Agricultural machinery and technology*. 2018. Vol. 12. № 6. P. 31-37.
16. Mikheev V.V., Khamuev V.G., Tekushev A.Kh., Kynev N.G., Kubeev E.I. Innovative technological and technical improvement of selection and seed production of sugar beet. [Innovatsionnoe tekhnologicheskoe i tekhnicheskoe sovershenstvovanie selektsii i semenovodstva sakharnoy svekly]. / *Fermer. Chernozeme. Farmer. Chernozem region*. 2019. № 4 (25). P. 30-34.
17. Mahlein A.K., Kuska M.T., Behmann J., Paulus S. New trends of digital technologies - opportunities for sugar beet cultivation // *International sugar journal*, Vol. 121, 2019. – P. 134-137.
18. Izmaylov A.Yu., Smirnov I.G., Ilchenko E.N., Goncharov N.T., Luzhnova E.S., Afonina I.I. Management of production processes of field enterprises using information and digital technologies. [Upravlenie proizvodstvennymi protsessami polevodcheskikh predpriyatiy s ispolzovaniem informatsionnykh i tsifrovyykh tekhnologiy]. / *Innovatsii v selskom khozyaystve. - Innovations in agriculture*. 2019. № 1 (30). P. 180-190.

Authors:

Kukharev Oleg Nikolaevich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Rector e-mail: kucharev@bk.ru
Penza State Agrarian University, Penza, Russia.

Starostin Ivan Aleksandrovich – Ph.D. of Technical Sciences, Senior Researcher, e-mail: starwan@yandex.ru
Federal Scientific Agroengineering Center of VIM, Moscow, Russia

Semov Ivan Nikolaevich – Ph.D. of Technical Sciences, Associate Professor of Mechanization of technological processes in the agro-industrial complex Department, e-mail: semiw@mail.ru
Penza State Agrarian University, Penza, Russia.