

УДК 633.63

06.01.05 – Селекция и семеноводство (сельскохозяйственные науки)

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРИЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ, УСКОРЯЮЩИЕ ПРОЦЕСС СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Логвинов Алексей Викторович
канд. с.-х наук
SPIN-код: 5192-1789

Мищенко Владимир Николаевич
канд. с.-х наук
SPIN-код: 3633-9427

Шевченко Анатолий Григорьевич
д. с.-х наук
SPIN-код: 7731-1398

Логвинов Виктор Алексеевич
канд. биол. наук
SPIN-код: 5322-0721

Моисеев Аркадий Викторович
канд. экон. наук,
SPIN-код: 3688-2834
E-mail: moiseew_a@rambler.ru
*ФГБНУ Первомайская селекционно-опытная станция
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свёклы» 352193, Российская Федерация, Краснодарский край, Гулькевичский район, г. Гулькевичи, ул. Тимирязева, д. 2а*

В статье обоснованы основные специальные приемы и оборудование, которые в значительной мере смогут ускорить процесс селекции и семеноводства сахарной свеклы. Созданные учеными селекционерами разновидности сахарной свеклы могут значительно отличаться вегетационным периодом. Как правило, тетраплоиды более позднеспелые, чем диплоиды, односемянные формы отличаются раннеспелостью по сравнению с многосемянными. Если о спелости судить по склонности к цветухе, то наиболее цветущие, а, следовательно, и ботанически скороспелые – односемянные тетраплоиды, затем идут односемянные диплоиды, многосемянные тетраплоиды. Многосемянные диплоиды наименее склонны к цветухе. Последнее объясняется тем, что многосемянные диплоидные формы, селекция с которыми ведется двести лет, лучше отработаны по этому признаку, чем остальные. В 80-е гг. минувшего столетия им довелось достаточно успешно использовать преимущества селекционных комплексов

UDC 633.63

01.06.05 - Breeding and seed production (agricultural sciences)

SPECIAL TECHNIQUES AND EQUIPMENT TO ACCELERATE THE PROCESS OF SUGAR BEET BREEDING AND SEED PRODUCTION

Logvinov Alexey Viktorovich
Cand.Agr.Sci.
RSCI SPIN-code: 5192-1789

Mishchenko Vladimir Nikolaevich
Cand.Agr.Sci.
RSCI SPIN-code: 3633-9427

Shevchenko Anatoly Grigorievich
Doctor of Agricultural Sciences
RSCI SPIN-code: 7731-1398

Logvinov Viktor Alekseevich
Cand.Biol.Sci.
RSCI SPIN-code: 5322-0721

Moiseev Arkady Viktorovich
Cand.Econ.Sci.
RSCI SPIN-code: 3688-2834
E-mail: moiseew_a@rambler.ru
*FGBNU Pervomaiskaya breeding and experimental station
Federal State Budgetary Scientific Institution "Pervomaiskaya Sugar Beet Selection and Experimental Station" 352193, Russian Federation, Krasnodar region, Gulkevichsky District, Gulkevichi, Timiryazeva, d. 2a*

The article substantiates the main special techniques and equipment that can greatly speed up the process of selection and seed production of sugar beets. The varieties of sugar beets created by breeders can differ significantly in the growing season. As a rule, tetraploids are later maturing than diploids, single-seeded forms are distinguished by early ripeness compared to multi-seeded ones. If ripeness is judged by the tendency to flowering, then the most flowering, and, consequently, botanically early ripening, are single-seeded tetraploids, then come single-seeded diploids, multi-seeded tetraploids. Multi-seeded diploids are the least prone to flowering. The latter is explained by the fact that multi-seeded diploid forms, with which selection has been carried out for two hundred years, are better developed for this trait than the rest. In the 80s. of the past century, they had a chance to quite successfully use the advantages of breeding complexes

Ключевые слова: СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО, ГИБРИДЫ, УРОЖАЙНОСТЬ, САХАРНАЯ СВЕКЛА, ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН, СТЕРИЛЬНОСТЬ, ОПЫЛЕНИЕ, ЦВЕТЕНИЕ, СЕЛЕКЦИОННО-ПЛЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ ЦЕНТРЫ

Keywords: BREEDING, SEED PRODUCTION, HYBRIDS, PRODUCTIVITY, SUGAR BEET, SEED GERMINATION, STERILITY, POLLINATION, FLOWERING, BREEDING RESEARCH CENTERS

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-184-028>

Введение. Процесс селекции во многом зависит от материально-технической базы (орудия труда, лабораторное оборудование, техническая оснащённость) и селекционных схем работы. В зависимости от знания и корректности полученных данных о генотипе образцов, линий или компонентов возможно убрать некоторые этапы создания продукта, тем самым управлять временем, сократить процесс создания сорта, размножения гибрида. Важное значение в ускорении селекционного процесса отводится селекционным комплексам, лабораториям для клонирования, лаборатории генной инженерии. Значение селекционного комплекса общеизвестно: они проверены многолетней практикой. Осуществляя селекционный процесс всегда возникает потребность в дополнительном оборудовании. Это связано с пространственной изоляцией, чтобы исключить самоопыление растений, необходим строгий контроль за всем выполняемыми процессами. Важнейшим критерием при осуществлении селекции и семеноводства сахарной свеклы является работа по клонированию, регенерации сельскохозяйственных растений, использование тканей, клеток, анализу процессов селекции. В статье приведены исследования, которые касаются приемов, ускоряющих процесс селекции и семеноводства сахарной свеклы.

В различных селекционных центрах Российской Федерации, а также в зарубежных центрах селекционная деятельность сельскохозяйственных культур довольно актуально и ведется очень активно. Этот Процесс происходит постоянно – в течении всего года. Это связано с наличием в крупных учреждениях центров искусственного климата, в климатических камерах проводятся скрещивания, далее идет оценка мужской стерильности, после

<http://ej.kubagro.ru/2022/10/pdf/28.pdf>

следует подборка линий. Используя электрофорез выделяются лучше и наиболее перспективные генотипы по разным признакам – прежде всего по качеству семян и по другим ценным для селекции признакам. Экспериментально созданные селекционерами разновидности сахарной свеклы довольно четко различаются по длине вегетационного периода.

Материал и методы исследования. В процессе исследования нами были применены следующие методы: эмпирический, методы теоретического исследования, монографический, статистический и логический. Материалы для исследования были получены на Первомайской селекционно-опытной станции сахарной свеклы, а также в органах статистики Краснодарского края. Были применены методы эмпирического исследования (наблюдение, сравнение), а также общие методы научного познания (теоретического исследования), экономических исследований: монографический, статистический, абстрактно-логический

Результаты исследования и их обсуждение. Сахарная свекла – очень пластичная культура по многим признакам, в том числе по длине вегетационного периода. Так, в Российской Федерации сорта с самым коротким периодом вегетации возделывались в Западной Сибири (Алтай). До уборки корнеплодов свекла растет здесь 110–120 дней, от посадки до созревания семян проходит еще 80–110 дней, в сумме – 210–230. В Центрально чернозёмной зоне суммарный период вегетации составляет примерно 250 дней, в том числе 150–160 дней приходится на первый год жизни. Различия в длине вегетационного периода от семени до формирования зрелых корнеплодов во многом определяют продуктивность гибридов. В связи с тем, что при уборке корнеплодов искусственно прерывают рост и развитие растений, для свеклы первого года жизни условно различают биологическую, техническую и хозяйственную спелость. Жизнь очередного поколения сахарной свеклы начинается с прорастания зародыша. Семя свеклы заключено в плотный деревянистый околоплодник, для набухания

которого требуется довольно много воды: в 1,5–2 раза больше, чем масса самого клубочка. Отсюда понятно, почему более крупные соплодия и плоды, например, тетраплоидных растений, при недостатке влаги дают пониженную полевую всхожесть по сравнению с клубочками диплоидных растений. При прочих равных условиях всхожесть семян зависит и от их крупности. Чем больше масса собственно семени и чем больше в нем запасы питательных веществ, тем выше энергия прорастания и всхожесть при благоприятных условиях для фотосинтеза. Процесс фотосинтеза оказывает решающее влияние и на накопление сахара. Сахароза, образующаяся в хлоропластах листьев под воздействием фермента сахарофосфатсинтетазы, тотчас же транспортируется через проводящие пучки в паренхимные ткани корня - сначала в межклеточные полости, затем в вакуоли клеток, где $2/3$ ее откладывается в запас. Примерно $1/3$ общего количества сахарозы используется на ростовые процессы. Сахароза разлагается на моносахара (глюкозу, фруктозу) за счет фермента инвертазы. После линьки начинает действовать другой фермент-сахаросинтетаза, который включает сахарозу в процесс метаболизма на протяжении всей вегетации растений. У сортов и гибридов с повышенной урожайностью активность сахаросинтетазы несколько выше, чем у сахаристых гибридов. Линия на уменьшение запасов продуктивной влаги в почве в дальнейшем продолжилась и к моменту уборки они составляли на варианте с отвальной вспашкой – 18–27 мм, чизелеванием – 34–41 мм и дисковым лушением – 69–71 мм, т.е. с преимуществом безотвальных, особенно поверхностных, обработок [1, 2].

В большинстве областей России при высадочной культуре сахарной свеклы, например, в селекционных целях, маточные корни убирают с наступлением устойчивого похолодания - на месяц-полтора позже начала уборки на фабричные цели. В уложенных на хранение корнеплодах продолжают, хотя и в замедленном темпе, процессы развития. В этот период выделяют следующие этапы органогенеза:

– сегментация оси главного соцветия. Она начинается еще в поле и длится в процессе хранения 2–2,5 месяцев;

– закладка цветочных бугорков (лопастей) и начала образования боковых осей соцветия – в конце февраля. Продолжительность этапа - около десяти дней;

– формирование отдельных цветков, появление зачатков тычинок и пестика. Данный период совпадает с третьей декадой марта - началом апреля и обычно завершается в полевых условиях после высадки корнеплодов.

Рассматриваемое нами семеноводство как на стерильной основе, так и вообще гибридов имеет свои особенности, которые могут характеризоваться различными признаками. Семеноводство гибридов вообще и тем более гибридов на стерильной основе имеет ряд специфических особенностей. Задача комплекса мер государственной поддержки в том, чтобы помочь отечественным селекционным и сортоиспытательным организациям [2].

Обычная рабочая схема семеноводства гибридов сахарной свеклы, используя стерильную основу по периодам выглядит следующим образом:

1-й год – выращивание корневого маточного материала различных линий в селекционном питомнике (первичное семеноводство);

2-й год – изолированное размножение компонентов с целью получения предбазисных (оригинальных или станционных) семян линий О-типа, их МС-аналогов и многосемянных опылителей (линии А, Б и т. д.) в чистоте в ОПХ НИУ;

3-й год – выращивание корневого материала из предбазисных семян, поступивших от учреждений-оригинаторов (маточный посев);

4-й год – характеризуется получением семян базисных, относящихся к различным категориям;

5-й год – выращивание корневого материала из базисных семян (репродукционный посев материнских и отцовских компонентов);

6-й год – получение гибридных (фабричных – трех- или четырехлинейных) семян путем скрещивания родительских компонентов по заданной схеме наиболее экономически выгодным способом, с отдельной уборкой компонентов, с последующей обработкой на семенном заводе.

На 7-й год осуществляют посев первого поколения семян межлинейного гибрида на фабричную (коммерческую) свеклу.

По принятой в нашей стране системе семеноводства поддерживающая селекция (первичное семеноводство) осуществляется в учреждениях-оригинаторах, где каждый компонент выращивают с учетом специфики формирования гибрида. Так, линии 0-типа и их МС-аналоги размещают строго изолированно от других линий - компонентов простых МС-гибридов. Многосемянные опылители ММ (диплоидные или тетраплоидные) также выращивают отдельно друг от друга при соблюдении надежной изоляции. На заключительном этапе семеноводства выращивают коммерческие семена гибрида F1. С этой целью растения простого МС-гибрида скрещивают с растениями многосемянной свеклы. Такова общая схема семеноводства, которая имеет несколько модификаций в зависимости от избранных приемов. Как известно, гибриды на стерильной основе могут быть сортолинейными, когда МС-линии скрещивают с сортопопуляцией, или межлинейными, когда скрещивают две линии.

Если в гибридизации участвуют простой МС-гибрид и линия-опылитель, получают тройные межлинейные гибриды, а если простой односемянный МС-гибрид скрещивают с простым многосемянным гибридом на фертильной основе – такие гибриды называют удвоенными («дабл-кроссами»). В качестве родительских компонентов нередко используют также синтетики или смесь нескольких линий. В последнем случае можно говорить о гибридах-синтетиках. Существуют и другие варианты.

Но независимо от способа формирования гибриды имеют много общего. Главная забота в процессе поддержания материнской формы заключается в сохранении высокой стерильности, односемянности, устойчивости к болезням, комбинационной способности и других хозяйственно-ценных признаков, присущих данным компонентам.

Селекционная работа с гибридами триплоидными достаточно сложна, так как требует постоянного контроля и анализа по отцовской и материнской формам. Очень важным аспектом является получение элитных семян, для этого применяют самоопыление в первый год, а после - скрещивание сибсов. Расчеты показывают, что при черезрядной посадке доля гибридных семян с единицы площади ощутимо возрастает до соотношения 4:1, затем наблюдается затухание и кажущееся значительным увеличение пропорции, например до 9:1, в действительности повышает содержание гибридов лишь на 10 %. На такую же величину уменьшается и количество фертильных растений, что означает сокращение числа растений опылителя в 2 раза. Следовательно, насыщенность пылью также уменьшается в 2 раза, а это может отразиться не только на урожае семян стерильной формы, но и на их посевных качествах [3, 4].

При выборе соотношения компонентов и схем размещения рядов растений до недавнего времени селекционеры нашей страны опирались только на зарубежный опыт, который по ряду причин мог приниматься лишь ориентировочно. В связи с районированием в стране МС-гибридов проблема наиболее рационального выращивания семян элиты и фабричных семян стала весьма актуальной. Кроме того, изучали варианты загущенного (70 x 35 см) размещения растений во всех рядах или только в крайних по схеме 16:4 (все ряды ОТ загущены), 12:4,16:4 и 12:2 с загущением крайних рядов растений МС и О-типа, 16:4 с загущением всех рядов МС и ОТ и 16:4 с загущением только МС-рядов. Цель загущения крайних рядов (на стыках полос) заключалась в том, чтобы уменьшить возмож-

ность переплетения побегов МС-растений и опылителя (ОТ), цель загущения всех рядов – повлиять на завязываемость, урожайность и всхожесть семян. Контролем служил вариант с соотношением растений МС-компонента и О-типа 2:1 при схеме размещения рядов 8:4. Ширина стыковых междурядий (пропусков) во всех случаях равнялась 1,4 м. Урожай определяли с учетной делянки и переводили на общую площадь (включая стыковые междурядья и площадь под опылителями).

Установлено также, что распределение пыльцевого «облака» над участком (полем) гибридизации при полосном размещении материнского и отцовского компонентов (МС-форм и линий О-типа) весьма неравномерно. Даже при благоприятных условиях насыщенность пылью постоянно меняется не только в течение сезона, суток, но и в зависимости от расстояния между МС-растениями и опылителем (фертильные растения). Существенное значение имеет и пыльцевая продуктивность отцовской формы. У исследованных нами растений О-типа, полученных от самоопыления, количество пыльцевых зерен в пересчете на один пыльник составляло 2,7–4,3 тыс., или в 5–10 раз меньше, чем у обычных растений, взятых из популяции. На один цветок их приходилось 15–20 тыс. Следовательно, одно растение за сезон продуцирует 200–400 млн. пыльцевых зерен в зависимости от его габитуса, экологических факторов.

Время цветения растений О-типа длилось 40 дн и более. Пыльцевая продуктивность на одно растение за сутки в среднем составляла 5–10 млн пыльцевых зерен. Казалось бы, такого количества пыльцы вполне достаточно для нормального опыления всех МС-растений. В наших опытах в зависимости от соотношения компонентов и площади питания на 1 га находилось 7–30 тыс. МС-растений и 3–8 тыс. растений О-типа. На каждое МС-растение в среднем приходилось 35–50 млн. пыльцевых зерен, а на каждый цветок 3,5–5 тыс., из которых на рыльце попадает 150–200, прорастает 15–20, а участвует в оплодотворении лишь одно. Подсчет количества пыльце-

вых зерен, находящихся в воздухе в период интенсивного раскрытия цветков, показал, что в центре участка гибридизации в 1 м³ воздуха их находится 248–280 тыс., по краям участка – 126–180 тыс., в том числе жизнеспособных 76–92 %. Завязываемость семян составляла в центре участка 87–93 %, на периферии 76–85 %.

В специальном опыте по определению дальности распространения пыльцевых зерен установлено, что при размещении полосами растений отцовской и материнской форм недостаток пыльцы ощущается уже в 44-м ряду (31 м), где завязываемость и всхожесть семян резко снижались. В опытах с гибридом Юбилейный минимальное удаление МС-растений от отцовских растений (линия О-типа) не превышало 12 рядов (9,8 м), тем не менее степень завязывания семян в центре полосы была, как правило, ниже, чем у растений второго от опылителя ряда. Но и во втором ряду она была неодинакова: чем меньше ширина полос (варианты 1, 2 и 3), тем более равномерно распределялось пыльцевое «облако» и тем выше завязываемость семян. Различные варианты загущения растений в ряду практически не повлияли на этот показатель. Лишь в последнем (16-м) варианте, где растений опылителя было в 8 раз меньше, чем МС-растений, недостаток пыльцевых зерен заметно снизил степень завязывания семян.

В опыте по завязываемости семян на растениях МС-компонента при различных схемах посадки установлено, что между завязываемостью семян и продуктивностью в пересчете на одно растение наблюдалась довольно высокая зависимость, но урожайность в пересчете на гектар определялась, главным образом, числом материнских растений на единице площади. Самый низкий урожай семян МС-компонента в пересчете на общую площадь получен при соотношении МС:ОТ равном 1:1. По мере его увеличения урожай возрастал и при соотношении 6:1 был в 2 раза выше.

Влияние числа растений на увеличение сбора семян хорошо просматривалось и в вариантах с их загущенным размещением: максимальная

урожайность получена в вариантах, где насчитывалось около 30 тыс. растений на 1 га: 2,13 и 2,08 т/га.

На урожайность также оказало влияние наличие усохших, больных, позднеспелых и дефектных растений. Их семенная продуктивность составляла 15–40 % урожайности нормально развитых растений стерильного компонента. Между числом растений опылителя и урожайностью МС-компонента зависимости не было. Выход семян с одного растения возрастал по мере увеличения площади питания. Однако в таких условиях было больше полегших растений, а цветение растягивалось. В годы с обильными осадками растения крайних рядов, расположенных рядом со стыковыми междурядьями (пропусками), при значительной обсемененности нередко полегали. В результате при уборке часть побегов оказывалась несрезанной. Возникла также опасность смешивания (механического засорения) семян МС-растений с семенами фертильного компонента, что недопустимо [5].

Максимальный урожай семян был получен в вариантах с загущенной посадкой МС-растений. Однако в этом случае требуется в 2 раза больше корнеплодов, что уменьшает коэффициент размножения.

После первичной очистки семян их энергия прорастания и лабораторная всхожесть находились в прямой связи с завязываемостью: по мере увеличения ширины полос МС-компонента уменьшалась степень завязывания семян и снижалась их всхожесть. На всхожесть семян отрицательно влияли также позднеспелые, преждевременно усохшие, больные, дефектные биотипы. Так, всхожесть семян позднеспелых растений после первичной очистки была в пределах 28–76 %. Несмотря на то, что их завязываемость и доля в ворохе были невелики, они снижали общие показатели всхожести.

Необходимо делать упор именно на селекцию сахарной свеклы в достаточно сложный экономический период. Даже при наличии высокопродуктивных гибридов без развитой системы семеноводства отрасль вынуж-

дена будет использовать импортные семена, пока их можно будет приобрести [6].

Односемянность в среднем по всем вариантам составляла 95–96 %, что свидетельствует о недостаточной стабильности этого признака у компонента. Вместе с тем, партии семян, сформированные в разные годы, характеризовались различным уровнем односемянности в зависимости от селекционной проработки. Масса 1000 плодов по вариантам изменялась незначительно.

Заключение

Таким образом, основным критерием выбора наиболее рациональной схемы выращивания семян остаются урожайность и лабораторная всхожесть, определяющие в конечном счете выход кондиционных семян и коэффициент размножения. В наших опытах с учетом этих показателей выход кондиционных семян (урожайность \times лабораторная всхожесть) изменялся по вариантам нормального размещения растений (от 1-го до 10-го) следующим образом: 0,77; 0,85; 1,03; 0,97; 1,16; 1,10; 1,19; 1,17; 1,15; 1,04 т/га. По вариантам загущенного размещения растений (11–16-й варианты) выход кондиционных семян оказался таким: 1,26; 1,37; 1,38; 1,39; 1,58; 1,41 т/га. Эти данные показывают, что два последних варианта с загущенным размещением МС-растений во всех рядах как будто более эффективны, однако расход посадочного материала здесь выше в 2 раза, что едва ли применимо во всех случаях. Несомненный интерес представляют варианты с загущенным размещением растений в крайних рядах возле стыковых (изоляционных) междурядий, но эта схема посадки технически была весьма затруднительна. Из вариантов с нормальным размещением растений (70 \times 70 см) самый высокий выход кондиционных семян получен при соотношении МС-растений и закрепителя 3:1 и 4:1 независимо от соотношения рядов. Следовательно, при выращивании базисных семян материнского

МС-компонента можно использовать схему размещения рядов МС-формы и неродственного О-типа в соотношении 6:2; 8:2; 12:4 или 16:4.

Список литературы

1. Калинин О.С., Кравченко Р.В. Влияние основной обработки почвы и минеральных удобрений на агробиологические показатели сахарной свеклы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2022. - № 175. С. 101-118.

2. Тюпаков К.Э., Моисеев А.В., Батракова Н.В. Состояние, проблемы и перспективы развития отечественной селекции и семеноводства сахарной свеклы // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2021. - № 89. С. 23-28.

3. Шевченко, Анатолий Григорьевич диссертация доктора сельскохозяйственных наук : 06.01.05 Краснодар 2001. С. 25-31.

4. Кравченко Р.В., Калинин О.С. Роль основной обработки почвы и минеральных удобрений в технологии возделывания сахарной свеклы // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2021. - № 92. С. 106-114.

5. О государственной поддержке селекции и семеноводства сахарной свеклы / А.П. Королькова, Л.А.Неменушчая, Т.А.Щеголихина: материалы II Национальной (Все-российской) конференции. - Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», - 2019. - С. 528-532.

6. Нечаев В.И., Писарева Л.В., Аржанцев С.А. Федеральная научно-техническая программа как инструмент импортозамещения при производстве сахарной свеклы в России // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2022. № 8 (90). С. 13-20.

References

1. Kalinin O.S., Kravchenko R.V. Vliyanie osnovnoj obrabotki pochvy i mine-ral'nyh udobrenij na agrobiologicheskie pokazateli saharnoj svekly // Politemati-cheskij setevoj el-ektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2022. - № 175. S. 101-118.

2. Tyupakov K.E., Moiseev A.V., Batrakova N.V. Sostoyanie, problemy i perspek-tivy razvitiya otechestvennoj selekcii i semenovodstva saharnoj svekly // Trudy Ku-banskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2021. - № 89. S. 23-28.

3. Shevchenko, Anatolij Grigor'evich dissertaciya doktora sel'skohozyajstven-nyh nauk : 06.01.05 Krasnodar 2001. S. 25-31.

4. Kravchenko R.V., Kalinin O.S. Rol' osnovnoj obrabotki pochvy i mineral'nyh udo-brenij v tekhnologii vzdelyvaniya saharnoj svekly // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2021. - № 92. S. 106-114.

5. O gosudarstvennoj podderzhke selekcii i semenovodstva saharnoj svekly / A.P. Korol'kova, L.A.Nemenushchaya, T.A.Schegolihina: materialy II Nacional'noj (Vse-rossijskoj) konferencii. - Novosibirsk: IC NGAU «Zolotoj kolos», - 2019. - S. 528-532.

6. Nechaev V.I., Pisareva L.V., Arzhancev S.A. Federal'naya nauchno-tekhnicheskaya programma kak instrument importozameshcheniya pri proizvodstve saharnoj svekly v Rossii // Ekonomika, trud, upravlenie v sel'skom hozyajstve. 2022. № 8 (90). S. 13-20.