УДК 631.544.72

ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГИБРИДОВ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ НА СТЕРИЛЬНОЙ ОСНОВЕ В УСЛОВИЯХ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОГО РАЙОНА

[1]Горячих А.С., [2]Ступаков А.Г., [2]Куликова М.А., [2]Ломазов В.А.

[1]ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара им. А.Л. Мазлумова», п. ОПХ ВНИИСС, e-mail: vniiss@mail.ru;

[2]ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», Майский, e-mail: vlomazov@yandex.ru

Центрально-Черноземный регион является ведущим в России по производству сахарной свёклы. Однако применение традиционных агротехнологий в условиях характерного для этого региона неустойчивого увлажнения не позволяет достичь высокой урожайности сахарной свёклы и, как следствие, высокого уровня производства сахара. Одним из факторов недостаточной урожайности и сахаристости корнеплодов является несовершенство технологии производства семенных материалов. Существующие отечественные производственные сорта и гибриды сахарной свёклы не обеспечивают высокой полевой всхожести, раздельноплодности и не дают высокой продуктивности. При этом перспективные, основанные на использовании цитоплазматической мужской стерильности технологии семеноводства требуют исследования применительно к конкретным природным, климатическим и почвенным условиям. В статье на основе мелкоделяночных полевых опытов с гибридом РМС-73 рамонской селекции исследуется влияние схем размещения компонентов и оптимальных приёмов семеноводства на повышение продуктивности и улучшение качества семенного материала в условиях Центрального Черноземья. Анализ фенологических наблюдений, проведённый на семенниках гибрида при раздельном способе выращивания, свидетельствует о том, что на синхронность прохождения фаз развития компонентов существенное влияние оказывают сами компоненты, их биологические особенности, а также складывающиеся метеорологические условия в период вегетации. На основе проведенного анализа предложены наиболее предпочтительные способы выращивания семенников: выращивание смесью корнеплодов, получаемых в маточных посевах чередующимися рядами при соотношении 1:3, 1:4; посадка семенников смесью корнеплодов, содержащей 10–15 % гетерозисного опылителя; возделывание семенников раздельно по компонентам при соотношении 4:16 и 4:12. Полученные результаты могут быть использованы при разработке инструментария иерархического экспертного оценивания и научно обоснованного многокритериального выбора инновационных агротехнологий выращивания сахарной свёклы

Ключевые слова: сахарная свёкла, семенной материал, цитоплазматическая мужская стерильность, Центрально-Черноземный район

SPECIAL FEATURES OF CULTIVATION OF SUGAR BEET HYBRID ON THE BASIS OF STERILITY IN CONDITIONS OF UNRELIABLE MOISTENING IN CENTRAL BLACK EARTH DISTRICT

[1]Goryachikh A.S., [2]Stupakov A.G., [2]Kulikova M.A., [2]Lomazov V.A.

[1]All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar by A.L. Mazlumov, OPH VNIISS, e-mail: vniiss@mail.ru;

[2]Belgorod State Agricultural University by V.Ya. Gorin, Mayskiy, e-mail: vlomazov@yandex.ru

Central Black Earth region is the leading Russian producer of sugar beets. However, the use of traditional agricultural technologies in conditions typical for this region unstable humidifying does not allow to achieve high yields of sugar beet and, as a consequence, a high level of sugar production. One of factors of insufficient yield and sugar content of root crops is the imperfection of technology production of seed materials. Existing domestic production sorts and hybrids of sugar beet does not provide a high germination and do not give a high productivity. Perspective based on the use of cytoplasmic male sterile seed technologies require research in relation to the specific nature-climatic and soil conditions. In the article on the basis of small plot field trials with hybrid PMC-73 Ramon selection the impact of layouts of components and optimal methods of seed production to improve productivity and quality of seed in conditions of the Belgorod region is examined. An analysis of the phenological observations carried out on hybrid seeds in the separate method of cultivation testified that synchronicity passage of components of the phase is substantially affected by the components themselves, their biological characteristics, as well as folding, weather conditions during the growing season. The most preferred methods of cultivation seeds, based on this analysis, are proposed: cultivation of root crops mixture obtained in alternating rows uterine crops at a ratio of 1:3, 1:4; planting root crops testes mixture containing 10–15 % heterosis pollinator; cultivation testes separate the components in a ratio of 4:4 and 16:12. The results can be used in the development of tools of hierarchical expert evaluation and science-based multi-criteria selection of innovative agricultural technologies of cultivation of sugar beet.

Keywords: sugar beet, seed, cytoplasmic male sterility, Central Black Earth region

Получение семян сахарной свёклы высокого качества (энергия прорастания, всхожесть, выполненность, однорость, выравненность) одно из важнейших требований интенсивной технологии возделывания фабричной свёклы, которая должна иметь, по мнению ряда авторов [10], такие показатели семенного материала, как ла-

бораторная всхожесть, одноростковость и энергия прорастания не менее 95% при влажности не более 14%.

Семенной материал сахарной свёклы сам по себе разнообразен как по генетическим особенностям, так и по наличию односемянных плодов, многосемянных соплодий различной величины и формы.

Существующие производственные сорта и гибриды сахарной свёклы не обеспечивают высокой полевой всхожести, раздельноплодности и не дают высокой продуктивности. Особую озабоченность вызывает проблема, связанная с отсутствием достаточного количества отечественных семян и отставанием селекционной науки по выведению современных гибридов [8], наиболее адаптированных к конкретным регионам, максимально использующих их агро- и биоклиматические ресурсы [9, 11]. В связи с этим важнейшее значение имеет создание и внедрение в производство более продуктивных гибридов раздельноплодной сахарной свёклы, характеризующихся не только хорошей продуктивностью и технологичностью в фабричных посевах, но и имеющих высокую односемянность и выравненность плодов. В полной мере таким требованиям отвечают гибриды сахарной свёклы на стерильной основе, семеноводство которых ещё в достаточной мере не отработано и требует дальнейшего решения.

Семеноводство сахарной свёклы гибридов на стерильной основе – сложный процесс, зависящий от биологических особенностей используемых компонентов, избирательности при опылении, соотношения и размещения родительских форм в семенных посевах. Система агромероприятий по выращиванию семенников сахарной свёклы гибридов с использованием цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) должна строиться с учётом их биологических особенностей и требований к факторам внешней среды в отдельные периоды роста.

Не следует забывать, что между свёклой второго года жизни и маточной свёклой существует самая тесная взаимосвязь. Несоблюдение оптимальных условий при возделывании свёклы второго года жизни зачастую приводит к неиспользованию тех потенциальных возможностей по формированию урожая, качества семян, которые были заложены в корнеплодах, выращенных в качестве материнских растений. Свекловичное семеноводство располагает многочисленными данными, свидетельствующими о том, что и условия выращивания маточной свёклы влияют не только на урожайность корнеплодов и их качество, но и на продуктивные свойства семян [1, 2].

Некоторые авторы отмечают, что продуктивность гибридов на основе ЦМС, их качество зависят не только от подбора компонентов скрещивания, обладающих высокой продуктивностью и комбинационной способностью, но и от способа выращивания, соотношения компонентов и размещения их на участке гибридизации [4, 5]. В связи с этим для выбора оптимальной схемы размещения компонентов гибридов необходим также тщательный анализ входящих составляющих, такие как энергия развития, характер роста, пыльцеобразовательная способность опылителя, синхронность цветения и ряд других показателей.

Основная цель наших исследований заключалась в разработке и научном обосновании основных схем размещения компонентов и оптимальных приёмов семеноводства, направленных на повышение продуктивности и улучшение качества семенного материала.

Для решения данных вопросов проводили мелкоделяночные полевые опыты, а также лабораторные исследования по общепринятой в системе ВНИИСС методике, частично нами модифицированной с учётом специфики изучаемых вопросов.

Было предусмотрено черезрядное размещение компонентов при соотношении 1:3, 1:4, 1:5, 1:9, 1:11, смесью корнеплодов при содержании 20, 15, 10, и 5% опылителя и корнеплодами в чистоте каждого компонента при соотношении 1:2, 1:3, 1:3, 1:4, (схема посадки соответственно 4:8, 2:6, 4:12, 4:16).

В соответствии с этим изучались следующие варианты:

1–5. Посадка корнеплодами на стерильной основе, выращенными в мелкоделяночных посевах чередующимися рядами при соотношении 1:3, 1:4, 1:5, 1:9, 1:11.

6–9. Посадка компонентов смесью корнеплодов, выращенных в маточных посевах семенной смесью, имеющей соответственно 20, 15, 10, 5% гетерозисного опылителя.

10–13. Посадка корнеплодами на стерильной основе раздельно по компонентам при соотношении опылителя к МС форме соответственно 1:2, 1:3, 1:3, 1:4 (схема посадки 4:8, 2:6, 4:12, 4:16).

Исследования проводились в течение трёх лет (2012–2014 гг.) с гибридом РМС-73 рамонской селекции.

Таблица 1

Степень завязывания семян гибрида на стерильной основе (в среднем за 2012–2014 гг.)

Варианты	Ветви первого порядка			Ветви второго порядка		
	цветков, шт./растение	плодов, шт./растение	% завязывания	цветков, шт./растение	плодов, шт./растение	% завязывания
Посадка корнеплодами с ЦМС, выращенными в маточных посевах чередующимися рядами						
соотношение 1:3	29	26	89,6	27	24	88,8
соотношение 1:4	30	26	86,6	27	23	86,1
соотношение 1:5	29	24	82,7	24	20	83,3
соотношение 1: 9	28	22	78,6	23	18	78,2
соотношение 1:11	28	20	71,4	24	16	66,6
Посадка смесью корнеплодов, содержащей гетерозисный опылитель						
20% опылителя	28	25	89,3	26	23	88,4
15% опылителя	27	23	85,1	24	20	83,3
10% опылителя	25	20	80,0	23	18	78,2
5% опылителя	26	22	83,8	27	22	81,4
Посадка корнеплодами с ЦМС раздельно по компонентам						
соотношение 4:16	32	28	87,5	28	24	85,7
соотношение 4:12	30	25	83,8	27	22	81,4

Анализ фенологических наблюдений, проведённый на семенниках гибрида при раздельном способе выращивания, свидетельствует о том, что на синхронность прохождения фаз развития компонентов существенное влияние оказывали сами компоненты, их биологические особенности, а также сложившиеся метеорологические условия в период вегетации.

Наблюдения за особенностями развития компонентов гибрида показали, что первые розетки растений опылителя и МС компонента появились одновременно. При этом у обоих компонентов соответственно 82,6 и 85,1% семенных растений они появились в первую десятидневку.

В фазу стеблевания и бутонизации растения опылителя и МС формы вступили в одно время. В фазу цветения оба компонента вступили также одновременно, но продолжительность цветения опылителя была дольше МС растений (по годам) на 5–6 дней. К моменту начала уборки урожая семенных растений они имели среднюю высоту 90,7-97,0 см, количество продуктивных стеблей на одно растение – 6,0–7,5 штук, при этом 90,7–91,3% кустов было второго и третьего типа, а 9,3–8,7% – первого типа. Мощность развития семенников, количество стеблей, высота развития куста, а также формирование определённого типа куста в большей степени определялось количеством выпавших осадков, температурными условиями и в меньшей степени зависело от схемы посадки и соотношения компонентов.

По данным некоторых исследователей [1] для хорошего переопылениия и затем завязываемости семян необходимо, чтобы цветение опылителя незначительно по времени опережало цветение мужского стерильного компонента и было более продолжительным. Поэтому подбор гетерозисного опылителя, который бы отвечал таким требованиям, – одна из основных задач при формировании гибрида на стерильной основе.

В проводимых нами исследованиях количество соцветий на одном гектаре посадочной площади семенных растений гибрида, а также степень их ветвления на данном этапе в зависимости от соотношения компонентов незначительно отличались друг от друга. Максимальное количество цветков на обоих компонентах формировалось на основных стеблях и ветвях первого порядка. Установлено, что вначале раскрываются хорошо развитые цветки на главном стебле, а затем побегах первого порядка. Причём несколько больше раскрывалось цветков опылителя по сравнению с МС формой, и такая же закономерность сохранялась до окончания фазы цветения. В среднем одно растение опылителя цветёт 28 дней (по годам 26, 28, 30 дней). В разрезе одного семенного куста МС компонента и опылителя наибольшей длительностью цветения обладали цветки, находившиеся на главном стебле и ветвях первого порядка. От 12 до

18 дней продолжалось их цветение. На ветвях же последующих порядков (ветви второго и третьего порядков) продолжительность цветения сокращалась до 5–8 дней. Длительность межфазных периодов от розетки до цветения соответственно составила 54–59 дней. В тот период, когда основная масса плодов на семенниках сахарной свёклы гибрида на стерильной основе уже сформировалась, а пустоцвет хорошо был заметен (период начала побурения плодов), нами проводилось определение степени завязывания плодов (табл. 1).

В условиях естественного цветения семенников сахарной свёклы гибрида на стерильной основе при посадке смесью корнеплодов и соотношении 1:3, 1:4, 1:5, 1:9, 1:11 лучшая завязываемость плодов на ветвях первого и второго порядков наблюдалась при соотношении 1:3 (89,6% у ветвей первого порядка и 88,8% у ветвей второго порядка) и при соотношении 1:4 (соответственно 86,6 и 86,1%). При посадке смесью корнеплодов, содержащей от 5 до 20% гетерозисного опылителя, наибольший процент завязавшихся плодов на ветвях первого порядка отмечен при содержании в смеси опылителя 20 и 15% (соответственно 89,3 и 85,1%), а также на ветвях второго порядка (соответственно 88,4 и 83,3%). Снижение же количества опылителя в смеси до 10 и 5% привело к заметному уменьшению степени завязывания плодов на ветвях как первого (соответственно 80,0 и 83,8%), так и второго порядков (78,2 и 81,4%). Вероятно, это можно объяснить формированием недостаточного количества пыльцы в период цветения растений для того, чтобы произошло полное переопыление МС формы. С другой стороны, по-видимому, опылитель явился слабым источником пыльцы.

При посадке корнеплодами с ЦМС раздельно по компонентам сужение соотношения от 4:16 (1:4) до 4:12 (1:3) обусловило заметное снижение процента завязавшихся плодов: на ветвях первого порядка от 87,5 до 83,8% и на ветвях второго порядка от 85,7 до 81,4%.

С целью более детального изучения опылителя, как источника пыльцы, была поставлена задача по выявлению роли места расположения опылителя по отношению к МС форме. Для этого изучали следующие соотношения компонентов и схемы посадки при черезрядном их размещении: 1:5 (схема посадки 4:20), 1:4 (схема посадки 8:32), 1:4 (схема посадки 4:16), 1:3 (схема посадки 4:12), 1:3 (схема посадки 2:6), 1:2 (схема посадки 4:8) и проводился анализ влияния удалённости опылителя на степень завязываемости семенников МС формы (табл. 2). Так, при черезрядном размещении компонентов гибрида при соотношении 1:5 (схема посадки 4:20) определялась завязываемость семян мужскостерильного компонента на 20 рядке (14,7 м от опылителя) и на втором рядке (2,1 м). Для последующих схем, соответственно, на втором и 32 рядке (23,1 м) при посадке 8:32, на втором и 16 рядке (11,9 м) при посадке 4:16, на втором и 12 рядке (9,1 м) при посадке 4:12, на втором и шестом (4,9 м) при посадке 2:6, на втором и восьмом (6,3 м) при посадке 4:8.

По мере увеличения удалённости опылителя от мужскостерильной формы завязываемость семян снижалась. Причём это снижение устойчиво проявлялось при увеличении ширины полосы МС компонента от опылителя свыше 14,7 м при посадке 4:20 и свыше 23,1 м при посадке 8:32. Тогда как увеличение ширины полосы МС компонента от опылителя свыше 11,9 м при посадке 4:16, свыше 9,1 м при посадке 4:12, свыше 6,3 м при посадке 4:8 и свыше 4,9 м при посадке 2:6 не вызвало заметного варьирования завязываемости семян: соответственно 88,8 и 89,2%, 89,0 и 88,9%, 89,3 и 90,0%, 88,0 и 89,1%.

Таблица 2

Завязываемость семян гибрида на стерильной основе в зависимости от удалённости опылителя (в среднем за 2012–2014 гг.)

Варианты выращивания семян раздельным способом при соотношении	Расстояние МС формы от опылителя, м						
	2,1	4,9	6,3	9,1	11,9	14,7	23,1
4:20	87,6	–	–	–	–	80,2	–
8:32	88,4	–	–	–	–	–	71,1
4:16	88,8	–	–	–	89,2	–	–
4:12	89,0	–	–	88,9	–	–	–
2:6	88,0	89,1	–	–	–	–	–
4:8	89,3	–	90,0	–	–	–	–

Полученные данные подтверждают мнение некоторых исследователей о том, что слишком широкая полоса мужскостерильного компонента является неэффективной для успешного переопыления, поскольку не обеспечила получение достаточного количества пыльцы опылителя, что снижает эффект гетерозиса, а следовательно, отрицательно сказывается как на продуктивности гибрида на стерильной основе, так и на его качестве. Так, при раздельном способе выращивания гибрида более высокая урожайность семян (1,62 т/га) получена при посадке компонентов по схеме 4:16. При одном и том же соотношении компонентов (1:4) увеличение ширины полосы под стерильными растениями в два раза (8:32) не давало повышения ни качества, ни урожайности семян по сравнению со схемой 4:16. Урожайность семян при этом снижалась на 0,16 т/га. От смеси компонентов, где МС компонент занимал 90–95 % площади, урожайность семян составила 1,87–1,84 т/га. В то же время посевные качества семян и односемянность снижались.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о том, что в условиях неустойчивого увлажнения Центрально-Чернозёмного региона при семеноводстве гибрида сахарной свёклы на стерильной основе наиболее предпочтительным является использование следующих способов выращивания семенников:

– выращивание смесью корнеплодов, получаемых в маточных посевах чередующимися рядами при соотношении 1: 3, 1:4;

– посадка семенников смесью корнеплодов, содержащей 10–15 % гетерозисного опылителя;

– возделывание семенников раздельно по компонентам при соотношении 4:16 и 4:12.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке инструментария иерархического экспертного оценивания [5, 6] и научно обоснованного многокритериального выбора инновационных агротехнологий выращивания сахарной свёклы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в *рамках научного проекта № 16-29-12911.*

Список литературы

1. Бартенев И.И. Развитие и совершенствование приемов производства гибридных семян / И.И. Бартенев, В.И. Юров, О.В. Лукьянова // Сахарная свекла. – 2007. – № 6. – С. 20–23.

2. Бартенев И.И. Влияние площади питания на морфологические особенности семенных растений и посевные качества гибридных семян / И.И. Бартенев, В.И. Юров, И.И. Кислинский, О.М. Нечаева // Сахарная свекла. – 2007. – № 10. – С. 31–33.

3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

4. Юров В.И. Совершенствование схем размещения компонентов диплоидных гибридов сахарной свеклы в условиях ЦЧР // Автореф. дисс. на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук. – Рамонь, 2009. – 24 с.

5. Мищенко В.М., Логвинов В.А., Логвинов А.В. и др. Теоретические и практические аспекты использования цитоплазматической мужской стерильности сахарной свёклы// Сахарная свекла. – 2016. – № 1. – С. 16–19.

6. Ломазов В.А., Михайлова В.Л., Петросов Д.А. Инструментарий оценивания эффективности региональных инновационных проектов в АПК // Новая наука: От идеи к результату. – 2016. – № 5–1 (84). – С. 141–143.

7. Ломазов А.В., Ломазов В.А., Петросов Д.А. Формирование иерархии оценочных показателей сложных динамических систем на основе экспертных технологий // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 7–4. – С. 760–764.

8. Балабанова Г.И. Перспективы и возможности импортозамещения основных видов продовольствия // Сахарная свекла. – 2014. – № 10. – С. 2–7.

9. Корниенко А.В., Парфёнов А.М. О выборе сортов и гибридов для сырьевой зоны сахарного завода // Сахарная свекла. – 2006. – № 6. – С .26–27.

10. Роик Н.В., Иващенко А.А., Пыркин В.И. и др. Интенсивная технология выращивания сахарной свёклы: Рекомендации: Пер. с укр. – М.: ООО «Лион Пресс», 2008. – 76 с.

11. Сахарная свёкла (изд. 2-е, перераб. и доп.). Под ред. В.Ф. Зубенко. – К.: Урожай, 1979. – 416 с.