УДК 635.342:631.531.02

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ПОЛИМОРФИЗМА СОРТОПОПУЛЯЦИИ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ АМАГЕР 611

Добруцкая Е.Г. – доктор с.-х. наук, зав. лаб. экологических методов селекции
Баранова Е.В. – кандидат с.-х. наук, с.н.с. лаб. экологических методов селекции
Орлова В.И. – с.н.с. лаб. экологических методов селекции
Старцев В.И. – доктор с.-х. наук, зав. лаб. селекции и семеноводства капустных культур
Бондарева Л.Л. – доктор с.-х. наук, в.н.с. лаб. селекции и семеноводства капустных культур

ГНУ Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур Россельхозакадемии
143080, Московская обл., Одинцовский р-н., п. ВНИИССОК, ул. Селекционная,14
Тел.: +7(495) 599-24-42, факс: +7(495) 599-22-77, e-mail: vniissok@mail.ru

Приведены результаты комплексной оценки структуры сортопопуляции Амагер 611, генетический анализ её методом инбридинга (I_1-I_9) и RAPD-методом. Определена роль в популяции 17-ти фенотипических групп, составляющих её. Даны предложения по ведению семеноводства сорта.

Ключевые слова: капуста белокочанная, структура сортопопуляции, полиморфизм, инбридинг, фенотип, сортоподдержание

Особенность сортовых популяций заключается в том, что это определенное маленькое биологическое единство, живущее по своим законам. Нарушение сортовой популяции ведет к изменению сорта (Синская, 1963, Алтухов, 1975).

В настоящее время в овощеводстве открытого грунта России всё ещё распространены популяции, многолинейные и синтетические сорта. Для воспроизводства их семеноводы нуждаются в научных рекомендациях, основанных на знании генетической структуры сорта. Таких сведений в научных публикациях недостаточно.

Данная работа представляет собой исследование структуры сортопопуляции капусты белокочанной Амагер 611. Это один из ценных сортов «золотого фонда» Грибовской селекционной станции, районированный с 1943 года. Исходный образец получен через ВИР от фирмы Вейбуль (Швеция) в 1927 году (Попова,1935). О необходимости изучения состава сортов писал ещё С.И. Жегалов в 1930 году, считая, что, прежде всего, важно определить какие формы и в каком количестве входят в сортовые популяции (Жегалов, 1930).

Работа выполнена во ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур, в месте селекции сорта (Московская область, Одинцовский район).

Посев семян для получения рассады проводили в блочной теплице в кассеты с ячейкой размером 5 х 5 см во второй половине апреля. Рассаду в открытый грунт высаживали в конце мая по схеме 70 х 50 см шестирядной рассадопосадочной машиной. После приживания подкармливали аммиачной селитрой. В период роста и развития растений проводили культивацию

междурядий по мере необходимости и одноразовое окучивание.

Апробацию популяции, лежкость, качество товарной продукции определяли в соответствии с общепринятыми методиками, жизнеспособность пыльцы по З.П. Паушевой (1988), А.А. Чеботарь, В.Р. Челак (1987). Генетический анализ популяции провели методом инбридинга (I_1-I_9), а также с помощью RAPD-метода. ДНК выделяли, используя модифицированную методику (Дорохов, Kloke, 1997). Данные обработаны с помощью компьютерных программ agcstat в виде надстройки Excel (Гончар-Зайкин, Чертов, 2003; Доспехов, 1985). Параметры адаптивности генотипов оценивали по А.В. Кильчевскому, Л.В. Хотылевой (1989). При индивидуальном описании растений капусты в фазу технической спелости кочанов объем выборки составлял 15 растений.

На разных этапах работы в ней принимали участие доктор с.-х. наук Н.А. Шмыкова, кандидаты с.х. наук Е.А. Домблидес, А.С. Домблидес, Л.В. Суслова, В.М. Кононыхина. Это нашло отражение в соответствующих публикациях.

Изучение изменчивости морфобиологического состава популяции сорта Амагер 611 в условиях нормально колеблющейся среды начато в 1990 году.

Совместно с селекционером, к.с.-х. наук И.Е. Китаевой нами проведено описание фенотипических групп, представляющих популяцию сорта Амагер 611. Во внимание принимали в основном степень выраженности апробационных признаков и биологические особенности (раннеспелость). Выявлено 17 морфобиогрупп (табл.1).

Исследователями сортовых популяций овощных культур было определено, что в каждой популяции имеется основная группа растений, обычно включающая один-два (реже три) биотипа и сопутствующие небольшие группы, постоянные компоненты. Основной морфотип должен составлять 80-90 % популяции, остальное – два-три сопутствующие морфотипа (Ипатьев, 1947; Бакурас, 1973; Лудилов, 2005).

Сорт Амагер 611 относится к тем сортам, состав которых отчасти охарактеризован авторами по форме кочана (Попова, 1963). Большинство в популяции (70%) должны составлять растения с округло-плоской формой кочана, 20% с плоской и 10% с округлой.

Особенностью фенотипического состава сортопопуляции в настоящее время является ярко выраженный полиморфизм. В течение 22 лет наблюдений из 17-ти выделенных форм 10 яви-

1. Морфологический состав популяции капусты белокочанной сорта Амагер 611 в фазе технической спелости кочана (1990-2011 годы).

Группы	Признаки	Доля группы в популяции, %	
		в среднем	пределы варьирования
А-1	типичные растения	33,0	23,7-45,0
А-3	округлый кочан	4,0	0,5-18,0
А-8	плоская форма кочана	6,9	1,3-28,7
А-2	листовая пластинка зеленая с очень слабым восковым налетом	5,6	0,0-10,7
А-7	нетипичный склад листьев, покрывающих кочан	9,6	2,6-18,5
А-6	розовидное расположение околокочанных листьев	7,3	0,8-12,2
А-10	многолистная розетка	2,7	0,8-5,7
А-14	кочан округло-плоской формы с конусом наверху	1,7	0,2-4,4
А-11	листья розетки с длинным голым черешком	1,3	0,0-3,1
А-13	редкая розетка	2,9	0,0-10,0
А-5	край листа сильно волнистый, зубчатый, жилкование веерообразное	3,6	0,0-10,7
А-16	листья розетки с длинным черешком	2,3	0,0-5,9
А-17	очень сильный восковой налет	4,8	0,0-15,6
А-9	низкая наружная кочерыга	1,6	0,0-3,8
А-15	ранняя форма с выходом цветоноса в осенний период	0,8	0,0-6,9
А-4	растения недогоны	8,5	1,2-20,4
А-12	не развита верхушечная почка, растения уродливые	3,6	0,9-9,9

лись облигатными, проявляющимися ежегодно. Реже других в популяции встречались растения группы А-15 (раннеспелая форма); в 10 из 15 лет.

Округло-плоской формой кочана кроме растений группы А-1 (типичные растения) характеризуются растения всех групп, кроме А-3, А-8, А-14, А-12, А-4. В итоге число растений с округло-плоской формой кочана в среднем за 15 лет наблюдений составило 72,4%, значение, близкое к описанию Е.М. Поповой.

Растения с округлой (А-3) и плоской формой кочана (А-8) в отдельные годы достигают рекомендованной нормы распространения (соответственно 10% и 20%), но в целом их в популяции недостаточно (в среднем 3,5 и 7,5%) и долю их при отборе желательно увеличить.

За годы наблюдений (22 года) случаев сходства состава популяции не выявлено.

При изучении реакции сорта на длительный инбридинг нами определено влияние этого фактора на полиморфизм феногрупп сортопопуляции Амагер 611.

Установлено, что значительный полиморфизм по группам проявляется даже в шестом поколении инбридинга. Так, например потомство J_6 группы А-1 в зависимости от года испытаний представлено 8-10-ю морфобиотипами.

Только в девятом инбредном поколении достигнута значительная гомозиготность, но не по всем группам.

Учет расщепления в инбредном потомстве отдельных растений позволил выявить спектр обнаруживаемого разнообразия.

В девятом инбредном поколении (I_9) выявлены две группы (А-3 и А-6), достигнувшие наиболее высокой степени гомозиготности.

В потомстве I_9 групп А-2, А-7, А-10 А-11, А-16 не было растений, типичных для сорта. Однако проявились морфотипы других феногрупп, причем доля их составляет от 3,7% (А-11) до 27% (группа А-10).

В большей степени гетерогенно потомство I_9 групп А-8, А-15 и А-17, особенно А-8 и А-17 (табл. 2).

С нарастанием инбредных поколений тенденция снижения значений количественных признаков зависела от генотипа и признака растения. Она минимальна по признакам «высота растения» и «длина черешка». Наибольшее снижение величины отмечено по признакам «диаметр розетки листьев» и «высота и масса наружной кочерыги».

В I_6 депрессия выражена больше, в поколениях групп А-1, А-11, и А-17, а менее у А-3 и А-6.

Ярко выраженная депрессия проявилась только в поколении I_9.

Молекулярный состав сортопопуляции Амагер 611 изучен на примере пяти групп. Результаты анализа структуры ДНК с помощью RAPD-метода при использовании пяти праймеров показали, что общий процент полиморфизма у групп в различной степени ниже, чем у сорта. Как и по результатам визуальных наблюдений при проведении инбридинга, RAPD- метод показал, что самой полиморфной группой среди изученных оказалась А-15, а растения из группы А-7 имели наибольшие генетические отличия по сравнению с другими группами. Эта группа практически не является сортом Амагер 611, обладает нетипичным складом листьев, покрывающих кочан, и подлежит удалению при апробации посевов. Линия А-7 может быть использована в селекции.

Для разработки методов стабилизации генетического состава сортопопуляций необходимо владеть информацией о факторах, влияющих на внутрипопуляционный адаптогенез.

Взаимодействие биотипов внутри

2. Апробация морфобиогрупп сортопопуляции Амагер 611 в девятом поколении инбридинга, 2011 год (%)

Группы	1-я группа		2-я группа	
	Типичные для		недогоны	уродливые растения
	сорта	группы		
St (оригинальные семена)	27,6		12,2	1,9
А-1	30,9		17,2	3,6
А-2	0	78,3	20,4	0
А-3	0	100,0	0	0
А-6	0	100,0	0	0
А-7	0	92,3	30,8	0
А-8	16,7	25,0	4,0	0
А-10	0	72,7	8,3	0
А-11	0	96,3	10,0	0
А-15	10,0	87,4	16,7	3,3
А-16	0	92,8	6,5	3,2
А-17	16,5	55,6	7,3	4,9

популяции носит интегральный характер. Именно гетерогенность обеспечивает её адаптогенез. Например, известно, что переопыление внутри сорта скороспелых и позднеспелых биотипов вызывает гетерозисный эффект в потомстве (Лудилов, Леунов, 1997).

Нами проведены межгрупповые скрещивания на уровне шестого инбридинга. В результате установлено, что содержание в составе гибридных популяций растений группы А-1 (типичные растения) в количестве более 70% проявилось при участии в скрещиваниях групп А-1 и А-15. Группы А-8 и А-3 передают потомству признак формы кочана, соответственно, уплощенной и округлой.

В целом наиболее часто и стабильно передаются потомству типичные для сорта признаки растений групп А-1, А-6, А-8, А-10, А-17. Реже других в потомстве межгрупповых скрещиваний проявляется признак «низкая наружная кочерыга» (А-9).

Поскольку признаки групп А-6 (розовидное расположение листьев), А-10 (большое число околокочанных листьев) не являются хозяйственно ценными, долю этих форм в популяции следует ограничивать. Однако полностью удалять эти формы, видимо, не следует, так как они играют положительную роль в поддержании высокого потенциала продуктивности сорта.

Следует учитывать, что стабильный пыльцевой режим обеспечивается разнокачественностью пыльцы. При средней температуре воздуха 15..25°С отмечается высокий процент проросшей пыльцы у растений группы А-1, при температуре 15°С – группы А-15. У растений группы А-8 отмечен высокий процент проросшей пыльцы при повышенных температурах (25..30°С). Разнокачественность пыльцы – один из факторов, определяющих изменчивость состава популяции в меняющихся условиях среды.

Полиморфизм популяции проявляется и по основным показателям качества товарной продукции. В формировании продукции высокого качества наибольшую роль играют формы А-8 и А-10.

По лежкости представляют ценность как составные компоненты сортопопуляции Амагер 611 форма А-8, А-15, и особенно высока лежкость потомства группы А-17. Вероятно с признаком «лежкость» связан признак «восковой налет». Выделились по этому признаку ещё две группы: А-7 и А-6.

Значительное разнообразие сортопопуляции Амагер 611 по потенциальной продуктивности, экологической устойчивости обеспечивает высокую адаптивность сорта.

При переопылении источниками потенциала продуктивности являются формы А-8, А-10, А-16, а экологической устойчивости – А-10, А-16, А-15 и А-17. В результате проявляются высокоадаптивные формы А-10, А-15, А-16.

На заключительном этапе исследования нами изучено проявление сортовых признаков с ограничением при отборе тремя формами, названными авторами в качестве составных форм сорта: типичные для сорта, форма кочана округло-плоская (А-1), плоская (А-8) и округлая (А-3). Соотношение форм при отборе маточников I6 70:20:10 семена получены на изоучастке в 2009 году. В качестве стандарта использовали семена урожая 2007 года, п.659 (из лаборатории селекции и семеноводства капусты ВНИИССОК) и урожая 2009 года, полученные методом массового отбора. Грунтконтроль был проведен в 2010 году, но поскольку погодные условия этого года явились экстремальными для капусты, его повторили в 2011 году.

В оба года исследований установлено, что сортность по всем вариан-

3. Грунтконтроль семян, полученных при различных способах отбора маточников, %, 2011 год

№ п/п	Методы ведения отбора маточников	I группа растений		II группа	
		типичные	в пределах	недогоны	уродливые
1	Общепринятый, урожай 2007 года (п.659)	27,6	72,4	12,2	1,9
2	70% – округло-плоская, 20% – плоская, 10% округлая урожай 2009 года	31,4	68,6	5,3	2,6
3	Общепринятый, урожай 2009 года	29,7	70,3	5,0	3,5

там одинакова и составляет 100% . Выявлены различия по типичности, которая в 2011 году была на 3,8% выше при строгом соблюдении рекомендаций авторов сорта по соотношению форм кочана при отборе 70 (округлоплоская) : 20 (плоская) : 10% (округлая) (табл. 3).

При этом получена прибавка урожайности на 11,0-12,6%

Итак, в результате комплексной оценки отдельных фенотипов, выделенных в составе популяции Амагер 611, выявлено, что основу ее, обеспечивающую адаптивный потенциал сорта, составляют растения, описанные как типичные (группа А-1). Такие растения продуктивны более других, высокоадаптивны за счет оптимального сочетания в генотипе потенциальной продуктивности и экологической устойчивости. Группа А-1 весьма полиморфна (данные инбридинга, визуальных наблюдений, RAPD-анализа), в ее потомстве воспроизводится большая часть фенотипов, составляющих популяцию. При переопылении растения этой группы наиболее часто передают свои признаки потомству, являются лучшими компонентами при скрещивании внутри популяции, образует жизнеспособную пыльцу в широком диапазоне температур: от +15°С до +30°С.

Присутствуя в составе популяции в количестве 25-45%, данный фенотип нуждается в более широком распространении. В то же время показатели биохимического состава, лежкости растений группы ниже по сравнению с некоторыми другими фенотипами, которые также должны присутствовать в составе популяции и обеспечить высокий уровень проявления данных признаков.

Второй по значимости для популяции группой, представленной растениями с плоской формой кочана, является группа А-8. Как и типичные, растения этой группы часто передают свои признаки потомству (Добруцкая и др., 2007). Кроме того, составляющие данную группу растения, имеют высокие показатели биохимического состава и, особенно, лежкости товарной продукции. Они могут быть источником этих признаков при переопылении внутри популяции. Группа таких растений характеризуется отзывчивостью на улучшение условий выращивания.

Особенностью пыльцевого режима у растений является высокая жизнеспособность пыльцы ее при температуре 30°С, а также наличие самонесовместимых растений. В последние годы наблюдается тенденция сокращения растений группы А-8 в составе популяции. В процессе семеноводства желательно отбирать растения с плоской формой кочана в количестве, обеспечивающем долю их в составе сорта около 20%, это соответствует рекомендациям авторов сорта.

Растения с округлой формой кочана составляют группу А-3, играющую одну из определяющих ролей в стабилизации состава сортопопуляции. Кроме функции, которую выполняют такие растения по описанию авторов сорта (поддержание признаков «плотность кочана» и «небольшая внутренняя кочерыга»), они способствуют проявлению гетерозиса в сортопопуляции, менее некоторых других снижают содержание в продукции при хранении суммы сахаров и витамина С. В настоящее время необходимо обеспечивать постоянный отбор этой формы, доводя долю ее в популяции до 10%. Этому может препятствовать низкая жизнеспособность пыльцы растений группы при всех температурных режимах, низкая продуктивность их и незначительное развитие ассимиляционного аппарата.

Положительную роль играют в сортопопуляции растения с многолистной розеткой листьев, являющиеся высокоадаптивной формой, способной при переопылении служить источником устойчивости продуктивности (А-10). Признаки растений группы часто передаются потомству, а при переопылении между группами потомство их чаще других, наряду со своими, проявляет признаки типичных растений (А-1). Как и растения с плоской формой кочана (А-8), они имеют лучшее качество товарной продукции. Особенностью растений группы А-10 является наличие в ней самонесовместимых растений.

Следует выделить растения раннеспелой формы (А-15), которые визуально и на молекулярном уровне, незначительно отличаются от типичных (А-1). Проявляются они в популяции реже всех других. В отличие от типичных, у них менее развит ассимиляционный аппарат, в то же время показатели биохимического состава, лежкости – выше, чем у типичных растений группы А-1. При скрещивании с растениями других групп, в потомстве часто отмечаются типичные для сорта растения. Растения группы А-15 характеризуются высокой экологической устойчивостью; при температуре 15°С пыльца их отличается наивысшей жизнеспособностью.

Растения, имеющие листья с длинным черешком (А-16) и с очень сильным восковым налетом (А-17) среди прочих, хорошо развитых, но достаточно распространенных в популяции признаков и свойств, характеризуются и теми, которые представлены в популяции нешироко. Длинный черешок у листьев группы А-16 служит причиной увеличения площади питания одного растения. Это ведет к загущенности посевов и может вызвать снижение урожайности.

У растений группы А-16 – высокая адаптивность за счет значительной экологической устойчивости в сочетании со средней потенциальной продуктивностью, а у группы А-17 – высокая экологическая устойчивость и лежкость продукции. Кроме того, у таких растений самая жизнеспособная пыльца – при 25°С. Это обеспечивает разнокачественность пыльцы в популяции.

Растения с розовидным расположением околокочанных листьев (А-

6) характеризуются рядом хозяйственно ценных признаков: незначительное снижение показателей биохимического состава при хранении, способность к проявлению гетерозиса по продуктивности и др., важнейшим из которых является высокая лежкость – главный признак сорта. Кроме того, растения группы А-6 характеризуются отзывчивостью на улучшение условий выращивания, являясь представителями интенсивного типа. Таких форм еще три в популяции (А-2, А-7, А-8). Это, а также высокая лежкость – основание для сохранения растений такой формы , кроме А-7. Для селекции на гетерозис представляет ценность наличие среди них самонесовместимых растений.

Образцом интенсивного типа является также группа А-2, представленная растениями с пластинкой листа зеленого цвета и очень слабым восковым налетом. Эти растения описаны еще Е.М. Поповой (1936), как нетипичные для сорта, но встречающиеся в его составе. Они обладают и другими ценными признаками. При хранении характеризуется незначительными потерями питательных веществ, при температуре 20°С – высокой жизнеспособностью пыльцы. В шестом поколении инбридинга группа является наиболее однородной; при межгрупповых скрещиваниях, в гибридном потомстве ее часто проявляются ценные формы популяции (А-8 и А-3). Присутствие таких растений (А-2) в популяции не является обязательным, но в определенной мере способствует ее стабилизации.

У растений группы А-11 – имеющих листья розетки с длинным голым черешком, ценных признаков еще меньше, чем у растений группы А-2: способность проявлять эффект гетерозиса при переопылении внутри популяции, высокие показатели биохимического состава, высокая жизнеспособность пыльцы при

А-5: край листа сильноволнистый, зубчатый, жилкование веерообразное

А-7: нетипичный склад листьев, покрывающих кочан

А-9: низкая наружная кочерыга

А-14: кочан округло-плоской формы с конусом наверху

25°С. Однако такими признаками характеризуются еще многие фенотипы сорта. При этом они не обладают недостатками растений группы А-11. Кроме того, следует иметь в виду, что при скрещивании с другими формами растений с длинным черешком наблюдается увеличение индекса кочана в гибридном потомстве. Присутствие таких растений в популяции, видимо, не обязательно, хотя проявляется в незначительных количествах.

Растения с сильноволнистым зубчатым краем листа, с веерообразным жилкованием (группа А-5) , с очень низкой наружной кочерыгой (А-9), с редкой розеткой листьев (А-13), с кочаном округло-плоской формы с конусом наверху (А-14) не играют положительной роли в сохранении структуры популяции.

Например, из 12-ти учтенных признаков по девяти растения группы А-9 характеризуются низкими значениями, в том числе по шести – минимальными. Кроме того, низкая наружная кочерыга является отрицательным признаком растений группы А-9, так как при окучивании во влажные годы наблюдается потеря урожая из-за заболеваний. Присутствие в сортопопуляции других названных групп также целесообразно ограничивать (А-5, А-9, А-13, А-14). При этом следует продолжить наблюдение за проявлением их в популяции, особенно за проявлением лежкости и устойчивости к болезням хранения растений с редкой розеткой листьев (группа А-13), так как ранее (Пивоваров, Добруцкая, 2000) было отмечено, что они отличаются повышенной устойчивостью к *Botritis cinerea* и наименьшим отходом при хранении.

Таким образом, в сортопопуляции существует 17 фенотипов растений, роль которых в сохранении ее структуры различна. Основой популяции являются группы А-1, А-8 и А-3, долю которых следует увеличить, соблюдая соотношение, описанное авторами: 70%:20%:10%. Ценными составляющими популяции являются растения групп А-10, А-15, А-6, А-16, А-17. Меньшую положительную роль играют растения групп А-2, А-11.

Присутствие растений групп А-5, А-9, А-13 и А-14 не способствует улучшению свойств сорта Амагер 611. Увеличить долю ценных фенотипов (А-1, А-8 и А-3) можно за счет ограничения распространения этих групп в популяции, а также группы А-7. Она занимает особое место в популяции и представлена растениями с нетипичным складом листьев, покрывающих кочан. Это форма с наибольшими отличиями от типичных растений, что подтверждено RAPD-анализом, и практически не может принадлежать сорту. Она широко распространилась в составе популяции, возможно, благодаря ряду положительных свойств: интенсивному типу, высокому качеству продукции, высокой степени передачи группового признака потомству, и может служить исходным материалом этих признаков при селекции. Однако из популяции Амагер 611 ее следует исключить, учитывая, кроме всего, что характеризующий ее склад листьев является отрицательным признаком и ведет к большим потерям при зачистке во время хранения.

Литература

1. Попова Е.М. Влияние сортоулучшительного отбора на сорта белокочанной капусты.// Итоги работ по селекции овощных культур Грибовской станции (сектора селекции и семеноводства НИИОХ 1924-1933 гг). Выпуск 1.- Сельхозиз, Москва, 1935. – С. 43-62.
2. Жегалов С.И. Введение в селекцию сельскохозяйственных растений.- Москва: ВНИИССОК, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2006.- 320 с.
3. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – М.: Агропромиздат, 1988. – 271 с.
4. Чеботарь А.А., Челак В.Р. Эмбриология зерновых, бобовых, и овощных бахчевых возделываемых растений. – Кишинев.: Штиинца, 1987. – 435 с.
5. Дорохов Д.Б., Клоке Э. Быстрая и экономичная технология RAPD анализа растительных геномов. //Генетика. – 1997. – Т.33.- № 4.-С.443-450.
6. Гончар-Зайкин П.П., Чертов В.Г. Надстройка к Excel для статистической оценки и анализа результатов полевых и лабораторных опытов. /Рациональное природопользование и сельскохозяйственное производство в южных регионах Российской Федерации. – М.: Новые тетради, 2003. – С. 509-512.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.:Агропромиздат,1985. -386 с.
8. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Генотип и среда в селекции растений.- Минск: Наука и техника, 1989. – С.21-38.
9. Лудилов В.А. О качестве семян бахчевых культур.// Селекция и агротехника бахчевых культур. Сб. н. тр. К 75-летию Быковской бахчевой селекционной опытной станции. М., 2005.- С. 50-64.
10. Добруцкая Е.Г., Шевцова Е.В, Орлова В.И., Суслова Л.В., Кононыхина В.М., Криволуцкая М.А. Внутрисортовой полиморфизм капусты белокочанной Амагер 611 по основным показателям качества товарной продукции / /Сборник научных трудов ВНИИССОК. – М., 2007. – Вып.41.- С.76-83.