



ОСОБЕННОСТИ ФЕНОТИПИЧЕСКОГО ПРОЯВЛЕНИЯ ПРИЗНАКА ЦМС СЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ СВЕКЛЫ СТОЛОВОЙ

Федорова М.И. – д. с.-х. наук, профессор,
главный н.с. лаб. селекции и семеноводства
столовых корнеплодов

Ветрова С.А. – м.н.с. лаб. селекции и
семеноводства столовых корнеплодов

Козарь Е.Г. – канд. с.-х. наук, ведущий н.с.
лаб. гаметных методов селекции

ГНУ Всероссийский НИИ селекции и
семеноводства овощных культур
Россельхозакадемии
Россия, 143080, Московская область, п.
ВНИИССОК

Тел.: +7(495)599-24-42

E-mail: vniissok@mail.ru

Изучено фенотипическое проявление признака ЦМС на семенных растениях свеклы столовой, степень стерильности которых варьировала в пределах 5-100%. Выделено четыре группы пыльников по степени окрашивания, различных по диаметру, а также числу и диаметру пыльцевых зерен. При увеличении степени стерильности растений диаметр и жизнеспособность пыльцевых зерен фертильных цветков уменьшаются, снижается скорость роста пыльцевых трубок.

Ключевые слова: свекла столовая, семенные растения, пыльца, фертильность, ЦМС

Изучение признака мужской стерильности свеклы столовой в РФ находится на начальном этапе. Изучение особенностей проявления данного признака на уровне генеративных органов, растений, инбредных потомств свеклы столовой позволит использовать ЦМС в практической работе по созданию гетерозисных гибридов.

По мнению многих авторов у ЦМС-растений свеклы сахарной нарушены поздние этапы формирования пыльцы. В фертильных пыльниках после распада тетрад секреторный тапетум постепенно перерождается в плазмодиальный и равномерно выстилает стенки пыльников, питает микроспоры. Микроспора увеличивается, накапливает большое количество питательных веществ (сахаров, ферментов, витаминов, каротиноидов), после чего тапетум постепенно лизирует, вокруг микроспоры начинают возникать собственные оболочки, и она превращается в пыльцевое зерно. Фертильные пыльники и пыльцевые зерна окрашиваются в желтый цвет за счет каротиноидов, переходящих из тапетума. В стерильных пыльниках, начиная с распада тетрад, происходит постепенное разрушение клеток секреторного тапетума и неравномерное образование периплазмодия, в результате чего нарушаются цитоплазматические связи меж-

ду клетками тапетума и микроспорами. Достигнув диаметра 10-13 мкм, микроспора прекращает свое дальнейшее развитие, происходит постепенное отслаивание цитоплазмы от стенок и лизирование. От микроспор остаются слипшиеся пустые оболочки. Пыльники стерильных растений свеклы сахарной белые, слегка зеленоватые (Атабекова А.И., Устинова Е.И., 1971; Артшвагер Е., 1964; Зайковская Н.Э., 1961, 1966).

На растениях свеклы столовой маркерным признаком стерильности является красная окраска пыльников (полностью или частично окрашенные). Подобное описание приводится Hara Stein и W.H. Cabelman на растениях свеклы столовой сортотипа Детройт (1959).

Материалы и методы

Исследования проводили в условиях защищенного грунта на семенных растениях первого и второго инбредных потомств. Инбредные потомства получены на основе сортопопуляции Нежность и гибридных популяций Red Ace F₁ и Red Klau F₁. Индивидуальные растения, выделенные для получения инбредных потомств, выращивали под индивидуальными изоляторами. Оценку растений по признаку ЦМС проводили в фазу массового цветения. Степень стерильности определяли как процент стерильных цветков от общего числа цветков на растении.

Определение жизнеспособности пыльцы свеклы столовой проводили по методике З.П. Паушевой (1988) и И.Н. Голубинского (1974) на питательной среде следующего состава: ПЭГ – 6000 25%, нитрат кальция – 15 мг/100 мл, борная кислота 5 мг/100 мл. Первый учет числа проросших пыльцевых зерен проводили через три часа. Окончательный учет и фиксацию препарата – через 24 часа. Для фиксации препарата использовали дифференциальный краситель (по Данвелл Д.М.).

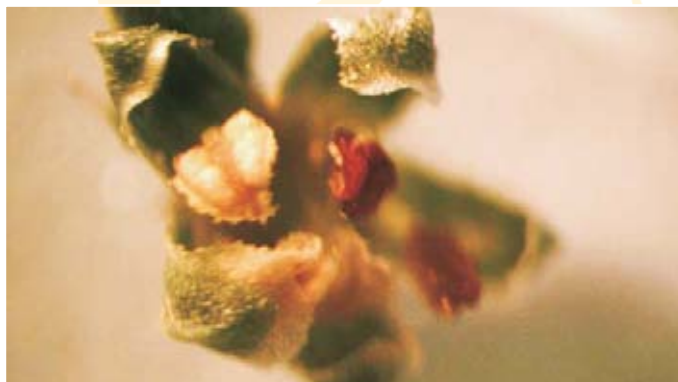
Микрофотосъемку производили с использованием камеры для микроскопа DCM 300 (USB 2,0). Подсчет пыльцевых зерен и измерение их параметров осуществляли с помощью программы «Scope Photo».

Результаты и обсуждение

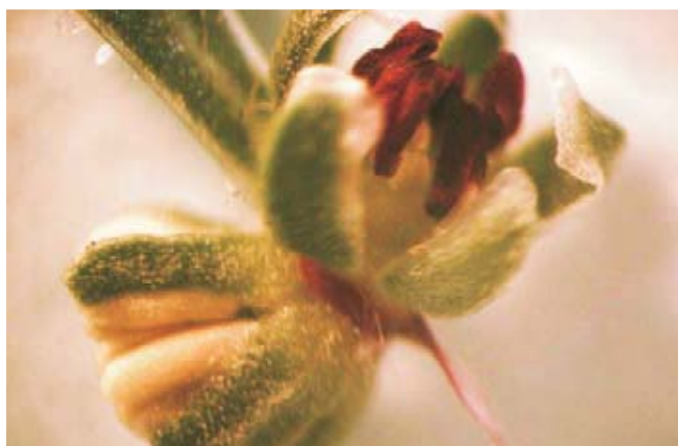
Признак ЦМС в пределах индивидуального растения проявлялся по-разному:

- различное соотношение стерильных и фертильных пыльников (4:1; 3:2; 2:3) внутри цветка (рис. 1а);
- отдельные, полностью стерильные цветки в соцветии

Рис. 1. Проявление признака мужской стерильности на семенных растениях свеклы столовой.



а. Отдельные стерильные пыльники в цветке



б. Отдельные стерильные цветки в соцветиях



в. Отдельные стерильные ветви



г. Полностью стерильное растение

тиях (в соцветии от 1 до 3 шт.) (рис. 1б);
 - ветви, несущие только стерильные цветки (преимущественно центральные ветви первого порядка) (рис. 1в);
 - полностью стерильное растение (рис. 1г).

Для оценки селекционного материала на ЦМС учитывали степень стерильности индивидуальных растений, которая варьировала от 5 до 100%. У растений со степенью стерильности до 20% отдельные стерильные цветки располагались в верхней части соцветий, чаще всего на ветвях второго порядка; со степенью стерильности 30-70%, наблюдали наличие как полностью стерильных ветвей, так и отдельных стерильных цветков на фертильных ветвях. Растения со степенью сте-

рильности 80-90% характеризовались наличием в стерильных соцветиях отдельных фертильных цветков на ветвях любых порядков.

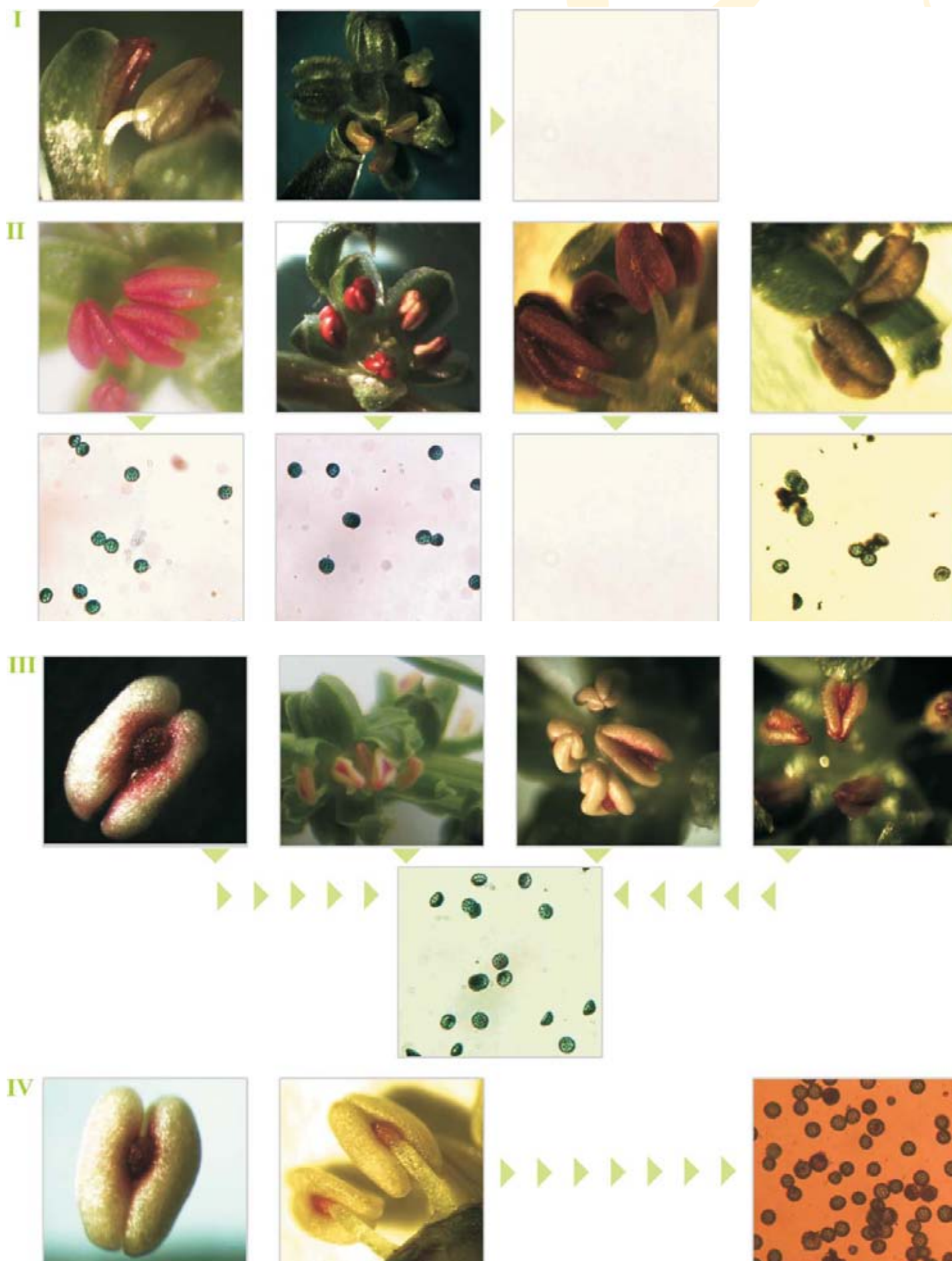
Подобное явление отмечено Малецким С.И. (1995) на семенных растениях свеклы сахарной. Автор объясняет это наличием двух типов митохондриальной ДНК, соответствующей известным N- и S- типам цитоплазмы. В процессе клеточных делений происходит перераспределение митохондрий и возникает разнокачественность тканей.

При сравнительной оценке характера проявления признака стерильности в инбредных потомствах, полученных из сортовых и гибридных популяций, отмечены следующие особенности. Семенные растения, полу-

1. Проявление мужской стерильности и характеристика пыльцевых зерен семенных растений инбредных потомств

Инбредное потомство	Степень стерильности, %	Окраска стерильных пыльников				Диаметр фертильных пыльцевых зерен		Жизнеспособность пыльцы, %	Длина пыльцевой трубки, отн. ед.	Стерильных пыльцевых зерен, %
		прозрачные	равномерно	не равномерно	только связник	отн. ед.	V, %			
300/1-4-5	100	+	+	-	-	0	0	0	0	100
300/1-3-1	80	-	+	+	+	49	12	0	0	85
300/1-3-3	60	-	+	+	+	53	10	5	538	47
305/3	30	-	+	+	-	56	11	37	605	8
274/1-2-15	100	-	+	-	-	0	0	0	0	100
274/1-7-3	50	-	+	-	-	53	9	3	314	8
274/1-7-1	40	-	+	-	-	61	12	20	475	27
274/2-2-10	15	-	+	-	-	56	11	28	462	6
274/5-6-12	10	-	+	-	-	60	11	32	472	26

Рис.2. Группы пыльников по степени их окрашивания



ченные на основе сортопопуляции Нежность, независимо от степени стерильности, имели равномерно окрашенные пыльники (красные, коричневые). У инбредных потомств с разной степенью стерильности, полученных из гибридных популяций, этот признак варьировал. Полностью стерильные семенные растения отличались наличием цветков с прозрачными или полностью окрашенными стерильными пыльниками (преимущественно красными или розовыми); пыльники в цветках растений со степенью стерильности 60-80% характеризовались равномерной и неравномерной окраской (розовые, красные, темно-бордовые), а также наблюдали пыльники, окрашенные только в зоне связника. Растения со степенью стерильности 30% характеризовались наличием в цветках равномерно и неравномерно окрашенных пыльников (розовых, красных).

Степень стерильности также влияет и на функциональные параметры пыльцевых зерен полностью фертильных цветков. В потомствах, полученных на основе гибридных популяций, отмечался рост числа стерильной пыльцы в фертильных цветках по мере увеличения степени стерильности растения; в потомствах, полученных из сортовой популяции, подобной закономерности не наблюдалось. С увеличением степени стерильности растения уменьшается диаметр, снижается жизнеспособность пыльцевых зерен фертильных цветков и скорость роста

пыльцевой трубки. В потомствах, полученных на основе гибридных популяций, при увеличении степени стерильности с 30 до 60% диаметр фертильных пыльцевых зерен снизился на 5%; жизнеспособность пыльцы – на 32%; а длина пыльцевой трубки – на 11%. У растения с 80% степенью стерильности количество фертильной пыльцы составляло 15%, которая не проросла. В потомствах, полученных из сортовой популяции, увеличение степени стерильности с 15 до 50% также приводило к снижению аналогичных параметров: диаметра пыльцевых зерен на 5%, жизнеспособности пыльцы на 25%, длины пыльцевой трубки на 32% (табл. 1).

При изучении проявления признака ЦМС у свеклы столовой наблюдался широкий спектр окраски пыльников стерильных растений с различной фертильностью пыльцы. По характеру окрашивания различных частей пыльника и стерильности пыльцы выделены четыре фенотипические группы:

I. *Прозрачные, слегка-зеленоватые пыльники*, пыльца отсутствует (по типу сахарной свеклы) (рис. 2. I).

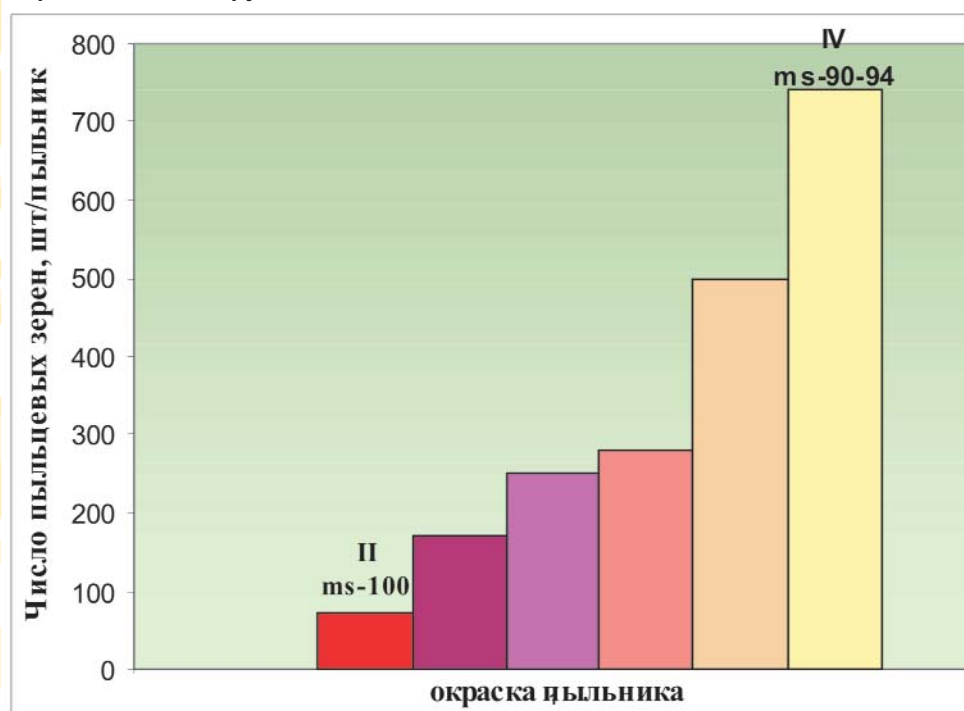
II. *Пыльники, розовые, красные, темно-бордовые, коричневые, окрашены равномерно*. В темно-бордовых пыльниках пыльцевых зерен не обнаружено. Красные и розовые пыльники содержат небольшое количество полностью стерильной пыльцы. В пыльниках коричневой окраски пыльцевые зерна деформированы, слипшиеся по 2-6 штук (рис 2. II).

III. *Пыльники розовые, красные, темно-бордовые, окрашены неравномерно*: наиболее ярко окрашена центральная часть пыльника (связник), половинки окрашены частично, либо менее интенсивно, пыльца многочисленна и стерильна (рис. 2. III).

IV. *Окрашен только связник пыльника*, пыльники содержат большое количество пыльцевых зерен, доля стерильных составляет 90-94% от общего числа (рис. 2. IV).

Установлено, что между окраской пыльников, наличием в них пыльцевых зерен и стерильностью пыльцы, как видно на рисунке 3, наблюдается оп-

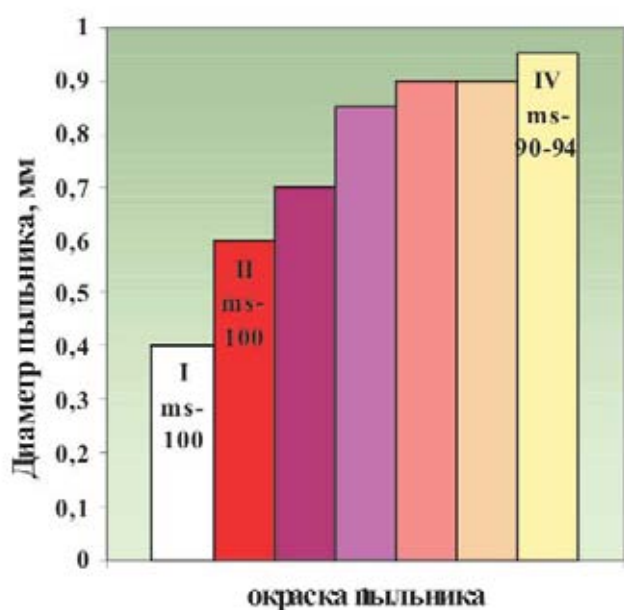
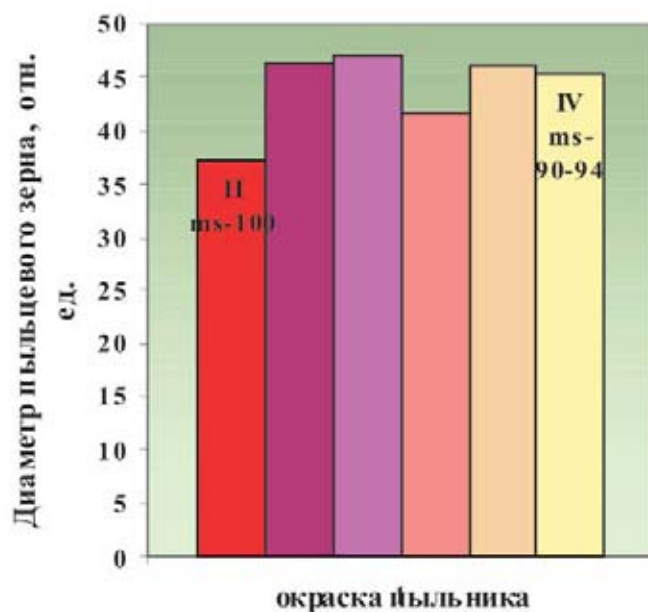
Рис. 3. Содержание пыльцевых зерен в пыльниках различных фенотипических групп



ределенная взаимосвязь. По мере снижения интенсивности окраски пыльника число пыльцевых зерен возрастает, а стерильность пыльцы снижается.

Установлена также взаимосвязь между окраской и диаметром пыльников и пыльцевых зерен, при этом взаимосвязь более выражена между окраской и диаметром пыльника. По мере снижения интенсивности окраски пыльников диаметр увеличивается от 0,4 мм до 0,95 мм (рис.4А).

Пыльцевые зерна пыльников III и IV групп по диаметру не отличались. Пыльцевые зерна II группы окраски пыльников характеризовались меньшим диаметром (рис. 4Б).



Заключение

Исходя из общеизвестного толкования генетического контроля ЦМС свеклы сахарной, предполагаем, что такое фенотипическое проявление ЦМС и взаимосвязей функциональных параметров, обусловлены перестройкой генотипа и влиянием депрессии в расщепляющихся инбредных потомствах. Таким образом, ms-растения (генотипы), несущие 100% пыльников первой – третьей групп окраски, являются основой для последующих отборов перспективного линейного материала и их можно считать исходными формами в качестве материнских компонентов при создании гетерозисных гибридов свеклы столовой.

Литература

1. Артшвагер Е. Дегенерация пыльцы у сахарной свеклы с мужской стерильностью в связи с развитием тапетального плазмодия // Стерильность сахарной свеклы: Сб. переводов. – М., 1964. – С.91-97.
2. Атабекова А.И. Цитология растений / А.И. Атабекова, Е.И. Устинова. – М.: Колос, 1971. – С. 136-151.
3. Голубинский И.Н. Биология прорастания пыльцы. – Киев: Наукова думка, 1974. – 368 с.
4. Зайковская Н.Э. Изучения микроспорогенеза и развитие семян у сахарной свеклы с ЦМС // Селекция рас-

тений с использованием ЦМС. – Киев: Урожай, 1966. – С.354-368.

5. Малецкий С.И. Варьирование цитоплазматически контролируемой стерильности пыльцы у сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) и ее связь с гетероплазмией митохондрий в клетках // Генетика. – 1995. – Т. 31, №11. – С. 1461-1467.
6. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – М.: Агропромиздат, 1988. – 271 с.
7. Stein H., Cabelman W.H. Pollen sterility in *Beta vulgaris* associated with red pigmentation of the Anthers.// J. of the A.S.S.B.T.-V.X.-№7.-1959.-P.612-618.