

12. *Darwin Ch.* On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favored races in the struggle for life.— London: John Murray, 1859.— 502 p.

13. *Eschholz T.W., Peter R., Stamp P., Hund A.* Genetic diversity of Swiss maize (*Zea mays* L. ssp. *mays*) assessed with individuals and bulks on agarose gels // *Genetic Resources and Crop Evolution*.— 2008.— Vol.55, №7.— P. 971–983.

14. *Global strategy for the ex situ conservation and Utilization of Maize Germplasm* September 2007.— 62 p.

15. *Holland J.B.* Increasing Yield // *Handbook of Maize: Its Biology*.— N.Y.: Springer, 2008.— P. 469–482.

16. *Peter R., Eschholz T.W., Stamp P., Liedgens M.* Swiss maize landraces — Early vigour adaptation to cool conditions // *Acta Agronomica Hungarica*.— 2006.— Vol.54, №3.— P. 329–336.

17. *Reif J.C., Fischer S., Schrag T.A., Lamkey K.R., Klein D., Dhillon B.S., Utz H.F., Melchinger A.E.* Broadening the genetic base of European maize heterotic pools with US Cornbelt germplasm using field and molecular marker data // *Theoretical and Applied Genetics*.— 2010.— Vol.120, №2.— P. 301–310.

18. *Schultz A.* Grundzüge der Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt Mitteleuropas seit dem Aus gange der Tertiärperiode: Inaug-Diss.— Halle, 1893.— 32 s.

Резюме

Вивчали врожайність і параметри адаптивної здатності, стабільності, селекційної цінності, а також коефіцієнти регресії (ϵ) і нелінійності (I_{gr}) як показників стійкості гібридів кукурудзи. Кращий за продуктивністю і стабільністю гібрид Ум331ХСо125 готується до подання на включення до Державного сортовипробування.

Изучали урожайность и параметры адаптивной способности, стабильности, селекционной ценности, а также коэффициенты регрессии (ϵ) и нелинейности (I_{gr}) как показатели устойчивости гибридов кукурузы. Лучший за продуктивностью и стабильностью гибрид Ум331ХСо125 готовится к представлению на включение в Государственное сортоиспытание.

The productivity and parameters of adaptive ability, stability, selection value and also coefficients of regression (ϵ) and nonlinearity (I_{gr}) as indexes of maize hybrids firmness were studied. The best after the productivity and stability the hybrid of Um331ХСо125 prepares to presentation on including to State strain testing.

ПОЗНЯК С.И.^{1,2}, ЮДАНОВА С.С.¹, МАЛЕЦКАЯ Е.И.¹, МАЛЕЦКИЙ С.И.¹

¹ *Институт цитологии и генетики СО РАН
Россия, 630090, Новосибирск, пр. Лаврентьева, 10
e-mail: Svetlana-poznyak@rambler.ru*

² *Новосибирский Государственный Аграрный Университет, МСХ РФ
Россия, 630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160*

АПОЗИГОТИЧЕСКАЯ РЕПРОДУКЦИЯ СЕМЯН У САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В ДВУХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗОНАХ

Свекла — перекрестно опыляющееся растение, которой присуще открытое цветение и обилие пыльцы, легко разносимой ветром. Как полагают специалисты в области эмбриологии растений, семена у свеклы возникают в результате двойного оплодотворения [1–3]. Такой тип семенной репродук-

ции в литературе называют двуродительским (гамоспермным или зиготическим) [4]. Одновременно было установлено, что семена у сахарной свеклы можно получать без участия пыльцевого родителя [5–8]. Этот тип семенной репродукции в литературе называют одnorodительским (агамоспермным или апозиготическим) [4]. Было показано, что при апозиготической репродукции растения сахарной свеклы могут формировать достаточно большое число семян, сопоставимое с числом семян, формирующихся при перекрестном оплодотворении [9].

Сахарная свекла — двулетнее растение: в первый год жизни образует корнеплод, цветоносные побеги и цветки формирует на второй. С ботанической точки зрения плод у сахарной свеклы представляет собой односемянную коробочку. У свеклы следует различать отдельные плоды и сросшиеся (соплодия-клубочки), образующиеся в результате срастания завязей нескольких цветков. Чаще всего клубочек состоит из 2–3-х, реже 4-х или более плодов. В каждом плодике содержится одно семя, но иногда, вследствие многосемяпочковости цветков, вместо одного можно обнаружить два или три семени. Из многосемяпочковых цветков формируются многосемянные плоды, а из односемяпочковых — односемянные [10]. В свою очередь, одно свекловичное семя может иметь два или большее число зародышей (полиэмбриония). Семена с двумя и с большим числом зародышей встречаются как у многоростковой, так и у одностростковой свеклы [2].

Существует множество причин, по которым семена могут дать дефектные проростки. При недоразвитом и аномальном эндосперме семязпочка не дает полноценного семени. Если плод развивается из неоплодотворенного цветка (явление партенокарпии), то он вообще не будет содержать семени или же содержать семена без зародышей. Различают автономную (плод развиваются без опыления и оплодотворения цветка) и стимулятивную (образованию плода предшествует раздражение рыльца цветка чужеродной пылью) партенокарпию [11].

Известно, что условия выращивания оказывают сильное влияние на качество семян свеклы. В частности, они влияют на массу 1000 плодов, долю нормально сформированных и долю дегенерирующих в ходе развития семян [3]. Эти особенности эмбрио- и морфогенеза плодов и семян сахарной свеклы, описаны для растений, репродуцирующих семена зиготическим способом. По нашему мнению, аналогичное влияние условия произрастания должны оказывать и на качество семян и плодов при апозиготическом способе репродукции.

Целями настоящей работы были: а) сравнение семенной продуктивности у гибридных растений сахарной свеклы, размножаемых апозиготически в контрастных экологических условиях; б) анализ изменчивости долей агамоспермных семян и партенокарпических плодов в полученных семенных партиях.

Материал и методы

В качестве материала для исследования использовали гибриды сахарной свеклы зарубежной селекции, полученные на основе ЦМС: “Ленура” (2n) и

“Ирис” (3п), любезно предоставленные сотрудниками КазНИИЗиР, РК. Весной 2009 года корнеплоды были разрезаны пополам. Полученные половинки высадили в двух географических точках с контрастными почвенно-климатическими условиями: в г. Талдыкоргане (44°с.ш.), и в г. Новосибирске (54°с.ш.). В обеих зонах экспериментальные растения размножали на изолированных участках в беспыльцевом режиме. В период цветения было установлено, что оба гибрида формируют полностью летальную пыльцу (фенотип $mc0$). Растения убирала индивидуально, затем определяли массу плодов с одного растения в каждой экологической точке. Сравнению подлежали результаты завязывания семян и плодов у генетически идентичных растений.

Определение долей агамоспермных семян и партенокарпических плодов. Доли агамоспермных семян и партенокарпических плодов можно учесть, проведя анализ всхожести семенных партий. Для учета всхожести от каждого растения было взято 100 штук соплодий. Семена промывали в проточной воде (2 суток) для освобождения от ингибиторов, затем помещали в термостат ($T=25\text{ }^{\circ}\text{C}$). Подсчет проросших соплодий проводили на 3-и сутки после закладки в термостат, окончательный — на 10-е сутки. Плод, давший хотя бы один нормальный проросток, относили к группе плодов с агамоспермными семенами, плоды, не давшие проростков в течение 10 дней относили к партенокарпическим.

Статистическая оценка экспериментального материала. Для сравнения значений числа плодов, завязавшихся на одном растении в каждой географической точке, находили средние геометрические и их ошибки по обоим гибридам. Оценка существенности или достоверности различий, наблюдаемых между двумя средними геометрическими, проводилась с помощью t -критерия Стьюдента [12]. Для сравнения доли партенокарпических плодов у клоновых растений использовали u -критерий Фишера [13].

Результаты и обсуждение

Результаты учета завязываемости семян и плодов у исследуемых гибридов сахарной свеклы в двух экологических зонах (г. Талдыкорган и г. Новосибирск) представлены в таблице 1. В зависимости от места выращивания между образцами-клонами наблюдались резкие различия по числу плодов, завязавшихся в среднем на одно растение (табл. 1, столбец 3). Так, у гибрида “Ленура” в Новосибирске этот показатель в 1,9 раза выше (38 263 шт.), чем у его клонов в Талдыкоргане (20 045 шт). Подобную же картину наблюдали и у гибрида “Ирис”: среднее число плодов, сформированных на растениях в Новосибирске (23620 шт.), было почти в 3 раза выше, чем в Талдыкоргане (8848 шт.). Различия между средними геометрическими значениями числа плодов на растениях (табл. 1, столбец 6) статистически достоверны ($t_{\text{н}}=5,02$; $t_{\text{н}}=5,92$ с вероятностью $P<0,999$).

Погодные условия в г. Талдыкоргане и г. Новосибирске резко различаются. Относительно небольшое количество осадков, высокие летние температуры воздуха в период эмбриогенеза в районе г. Талдыкоргана, не могли

Таблица 1

Семенная продуктивность клоновых растений пыльцестерильных гибридов “Ленура” и “Ирис”, выращенных в г. Талдыкоргане и г. Новосибирске

Гибриды	Число растений в выборке	Среднее число плодов на растениях			Среднее геометрическое числа плодов		
		всего	из них		всего	из них	
			агамо	партено		агамо	партено
1	2	3	4	5	6	7	8
Ленура 1*	30	20045	7772	12273	9,62±0,17	8,64±0,19	9,10±0,18
Ленура 2*	30	38263	17967	20269	10,51±0,05	9,73±0,07	9,87±0,06
Ирис 1*	27	8848	3355	5493	8,77±0,16	7,78±0,17	8,25±0,17
Ирис 2*	27	23520	7476	16044	9,92±0,11	8,72±0,13	9,51±0,12

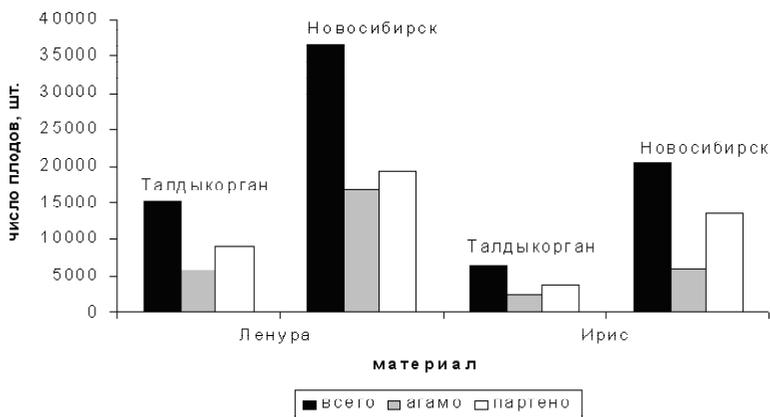
1 — Талдыкорган, РК; 2 — Новосибирск, РФ.

не отразиться на числе завязавшихся плодов и семян на опытных растениях. На это обстоятельство (роль погодных условий на семенную продуктивность) обращали внимание все свекловоды. Так еще в 1930-е гг. М.Г. Бордонос писала: “у растений, выросших в одних и тех же условиях, варьирование в пределах одного и того же генотипа числа цветков в клубочке очень близко. Но при изменении внешних условий (влага, питание, количество света и пр.) изменчивость числа цветков в клубочке у одного и того же генотипа сильно меняется, причем число цветков уменьшается при неблагоприятных условиях развития” [14]. А, как известно, строение цветков, соцветий и число цветков в соцветиях на растениях определяют потенциал плодовитости, т.е. характер эмбриогенеза семян, их способность давать начало новым растительным поколениям [10].

Помимо различий в общем числе плодов на растениях, образцы-клоны отличались друг от друга по соотношению партенокарпических плодов и плодов с агамоспермными семенами. Так, доля партенокарпических плодов у гибрида “Ленура” в Новосибирске составила 53,40%, а в Талдыкоргане — 60,25%. Сходные результаты и у гибрида “Ирис” — 66,98% в Новосибирске, 61,08% в Талдыкоргане. В обеих зонах выращивания доля партенокарпических плодов выше, чем доля плодов с агамоспермными семенами (рис. 1).

Также нами проведена оценка различий в долях партенокарпических плодов по каждой паре в отдельности с помощью параметрического *u*-критерия Фишера. У гибрида Ленура только у 3-х сравниваемых пар растений отсутствовали различия в долях партенокарпических плодов, тогда как у остальных пар различия были высоко достоверными ($P=0,99$). Аналогичный результат получен и по гибриду “Ирис”: в 23 парах из 24-х различия были высоко достоверны ($P=0,99$). Отсюда следует, что соотношение партенокарпических и агамоспермных плодов на растениях — показатель, в большей

Рис.1 Сравнение семенной продуктивности у гибридов Ленура и Ирис



степени зависящий от условий выращивания, чем от генотипа самого растения.

Таким образом, показано, что растения сахарной свеклы способны продуцировать жизнеспособные семена при апозиготическом способе семенной репродукции в широком диапазоне экологических условий. Однако, уровень семенной продуктивности, также как и доля партенокарпических плодов на растениях свеклы, в значительной степени подвержены воздействию условий выращивания.

Данная работа выполнена при поддержке Интеграционного гранта СО РАН №99 и гранта РФФИ 10-04-00697.

Литература

1. Харечко-Савицкая Е.И. Цитология и эмбриология сахарной свеклы // Свекловодство.— Т.1.— Киев: Госсельхозиздат.— 1940.— С. 453–550.
2. Карпенко П.В. Свекловодство.— М.: Колос.— 1964.— С. 28–33.
3. Зайковская Н.Э. Биология цветения, цитология и эмбриология сахарной свеклы // Биология и селекция сахарной свеклы.— М.: Колос.— 1968.— С. 137–207.
4. Малецкий С.И. Апозиготический способ семенной репродукции у растений // Биномиальные распределения в генетических исследованиях на растениях.— Новосибирск.— ИЦиГ СО РАН.— 2000.— С. 56–60.
5. Ширяева Э.И., Ярмолюк Г.И., Кулик А.Г. Апомиксис у сахарной свеклы // Цитогенетические и цитозембриологические исследования в селекции сахарной свеклы.— Киев.— 1988.— С. 28–38.
6. Малецкий С.И., Малецкая Е.И. Самофертильность и агамоспермия у сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) // Генетика.— 1996.— Т.32, №12.— С. 1643–1650.
7. Сеилова Л.Б. Апомиксис у сахарной свеклы и его использование в практической селекции.— Автореф. дис. ... докт. биол. наук.— Алматы.— 1996.— 44 с.
8. Богомолов М.А. Апомиксис и его роль в селекции сахарной свеклы // Сах. свёкла.— 2005.— №8.— С. 19–21.

9. С.С. Юданова, С.И. Позняк, Е.И. Малецкая. Семенная продуктивность диплоидной линии СОАН-5 при апозиготическом способе репродукции // Сборник научных трудов: “Фактори експериментальної еволюції організмів”.— Том 6.— К.: “Логос”.— 2009.— С. 101–105.

10. Малецкий С.И., Шавруков Ю.Н., Венрев С.Г. и др. Одноростковость свеклы (эмбриология, генетика, селекция).— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние.— 1988.— 168 с.

12. Биологический энциклопедический словарь.— М: “Советская энциклопедия”.— 1989.— 864 с.

12. Лакин Г.Ф. Биометрия.— М: “Высшая Школа”.— 1968.— 284 с.

13. Урбах В.Ю. Биометрические методы.— М: “Наука”.— 1964.— 415 с.

14. Бордонос М.Г. Характер расщепления и некоторые особенности свекло-вычных высадков с одноцветковыми семенами // Селекция и семеноводство.— 1938.— №6.— С. 24–27.

Резюме

В статье рассматривается влияние условий выращивания на семенную продуктивность гибридов сахарной свеклы при апозиготической репродукции. Показано, что при апозиготии гибриды могут продуцировать жизнеспособные семена, вне зависимости от зоны выращивания. Уровень семенной продуктивности, также как и доля партенокарпических плодов, в значительной степени зависят от условий выращивания.

The influence of growing conditions on sugar beet hybrid seed productivity under apozygotic reproduction is considered in the paper. It is shown that hybrids are able to produce viable apozygotal seeds irrespective of the region of cultivation. The level of seed productivity as well as the share of parthenocarpic seeds strongly depends on the growing conditions.

САЛОГУБ А.М., ЛАДИКА В.І., ХМЕЛЬНИЧИЙ Л.М.

Сумський національний аграрний університет,

Україна, 40021, м. Суми, вул. Кірова, 160.

e-mail: khmelnychy@rambler.ru

УСПАДКОВУВАНІСТЬ ЕКСТЕР’ЄРНОГО ТИПУ КОРІВ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ

Ефективність селекції ознак, що мають полігенне успадкування, лімітується головним чином ступенем їхньої успадкованості — генетичною часткою в загальній фенотиповій мінливості ознаки, яка передається нащадкам. Коефіцієнт успадкованості є обов’язковою складовою будь-яких методів обчислення ефекту селекції та багатьох селекційних індексів, на ньому ґрунтується планування методів добору та підбору, що зумовлює необхідність та важливість визначення цієї константи популяційної генетики за тією чи іншою селекціонованою ознакою [2].