

УДК 581.192:633.15

ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ БИОСИНТЕЗА АНТОЦИАНОВ И ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕНА *A1* У КУКУРУЗЫ

А. А. Псёлова

ГУ Институт зерновых культур НААН Украины

*В результате работы было охарактеризовано ген *a1* и его связанные локусы, которые контролируют наличие признака антоциановой окраски в зерне селекционных образцов кукурузы. С помощью данных генов можно проконтролировать и предопределить окраску зерна и самого растения.*

Ключевые слова: кукуруза, антоцианы, ген, локус, биосинтез, окраска.

Производство антоциановых пигментов в алейроновом слое эндосперма кукурузы осуществляется с помощью как структурных, так и регуляторных генов. Структурные гены кодируют необходимые для биосинтеза антоцианов ферменты, тогда как регуляторные гены контролируют тканеспецифическую экспрессию структурных генов. Биосинтез антоцианов у кукурузы включает в себя реакции, которые контролируются восемью генами биосинтеза антоцианов (*a1*, *a2*, *bz1*, *bz2*, *c2*, *chi*, *pr* и *whp*) и пятью регуляторными генами (*b*, *cl*, *pl*, *r* и *vp1*). Цвет алейронового слоя зерновки кукурузы зависит от наличия доминантных аллелей в локусах (*a1*, *a2*, *c1*, *c2*, *r*, *bz1*, *bz2*) [1].

Гены кукурузы, которые контролируют наличие признака антоциановой окраски, достаточно изучены. На пример, известен ген *a1* (*anthocyaninless1*), который кодирует НАДФ-дигидрофлавонолредуктазу [2]. Структура этого гена определена секвенированием к-ДНК и геномных клонов, он состоит из четырёх экзонов и трёх интронов. Экспрессия этого гена индуцируется холодом. Ген *a1* локализован между 216 386 064 – 216 387 849 нуклеотидом на хромосоме 3 (длинное плечо), бин: 3.09 [3]. Длина

гена *a1* составляет 1 786 п.н. Фенотипический признак, который контролирует ген *a1*, - вариативность расцветки алейронового слоя (от бесцветного, бесцветного с пигментацией, бледного до цветного), которая зависит от рецессивного либо доминантного состояния гена *a1*. При наличии соответствующих дополнительных факторов преобладающая аллель *A1* вызывает образование антоциановых пигментов в алейроне, околоплоднике и целом растения. Рецессивные аллели вызывают отсутствие или уменьшение пигмента.

С геном *a1* связаны гены *p1* (*pericarp color1*) и *sh2* (*shrunk2*).

Локус *p1* (*pericarp color1*) содержит ген *p1*. При доминировании ген *p1* регулирует содержание красного пигмента (*phlobaphenes*) в околоплоднике и початках [4].

Ген *sh2* (*shrunk2*) контролирует наличие признаков сморщенных прозрачных суперсладких зерновок [5].

Охарактеризовав ген *a1* и связанные с ним локусы по проявлению и наличию признака антоциановой окраски у кукурузы в дальнейшем можно проконтролировать и предопределить окраску зерна в селекционных образцах кукурузы и в самом растении.

Бібліографічний список

1. Электронный ресурс: <http://itkgp.vlab.co.in/?sub=79&brch=262&im=1415&cnt=1>
2. Электронный ресурс: http://www.maizegdb.org/gene_center/gene/a1#
3. Электронный ресурс: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene?cmd=search&term=100286107>
4. Электронный ресурс: http://www.maizegdb.org/gene_center/gene/12517
5. Электронный ресурс: http://www.maizegdb.org/gene_center/gene/12635

УДК 633.15:631.52

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОДСТВЕННЫХ И БЕККРОСНЫХ СКРЕЩИВАНИЙ КАК МАТЕРИНСКИХ ФОРМ РАННЕСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ

Г. В. Русу

Институт растениеводства «Порумбень», Республика Молдова

Представлены результаты изучения родственных и беккросных скрещиваний как материнских форм раннеспелых гибридов кукурузы. Аргументирована эффективность создания модифицированных простых гибридов и обсуждаются критерии подбора родственных линий

Ключевые слова: гибриды, кукуруза, линии, материнские формы

Раннеспелые простые гибриды кукурузы, наряду с общепризнанными преимуществами, характеризуются более низкой семенной продук-

тивністю в процесі розмноження, що сказується на ефективності їх виробництва. Для рішення цієї проблеми, в якості материнської форми частіше використовуються родствених (сестринські) скрещивання і в ряді випадків – беккросс-скрещивання. Важливим моментом в процесі створення модифікованих простих гібридів є вибір родствених ліній, забезпечують збереження високої урожайності і вирівняності покращуваної гібридної комбінації з одночасним підвищенням насінної продуктивності материнської форми. Метою даної роботи є порівняльна селекційна оцінка інбредних ліній, родствених А х А1 і беккроссних (А х А1) х А скрещивань самих і в гібридних комбінаціях.

Дослідження проводилися з вибіркою з 16 родствених і 30 беккроссних скрещивань, створених на базі 21 самоплідних ліній з гетерозисних груп Рейд Айодент, Ланкастер і Єврофлінт. З участю цих материнських форм в системних скрещиваннях з лініями з альтернативних гетерозисних груп були синтезовані 45 простих гібридів, 44 гібрида з родственими скрещиваннями і 64 гібрида з беккроссними скрещиваннями. Експериментальні гібриди були розділені на дві групи зрілості: ФАО 170-200 з 64 зразками і ФАО 210-240 з 89 варіантами. Испитання селекційного матеріалу проводилося в 2013-2015 роках за загальноприйнятою методикою на ділянках площею 9,8 кв. метрів в двох повтореннях при густоті 60 тисяч рослин на гектар.

Порівняльний аналіз трьох типів материнських форм (табл. 1) показав, що родствених скрещивання переважають лінії в середньому на 18,5 % по висоті рослин, 27,3 % - по висоті прикріплення початка і 54,9 % - по урожаю зерна. У беккроссних скрещиваннях ці показники займали проміжне положення між інбредними лініями і родственими скрещиваннями.

Визначений ефект гетерозису у модифікованих материнських форм спостерігався по потужності рослин в фазі 67 листків і зрілості, вираженої більш коротким періодом «всходи – поява рильця на початках». Стійкість до полегання і вологість зерна менше пов'язані з гетерозисним станом скрещивань і крайні величини дозволяють полагати, що ці показники в більшій ступені обумовлені негетерозисним ефектом. Гетерозис по урожаю зерна мав більш високі величини у родствених і беккроссних скрещивань з гетерозисної групи Ланкастер і менше проявлявся у скрещивань з групи Рейд Айодент. В цілому беккроссні материнські форми характеризувалися певною неоднорідністю по довжині початків, числу рядів зерен і характеристиці зерна в порівнянні з родственими скрещиваннями.

Двохлітні дані випробувань 153 гібридів з двох груп зрілості свідчать про відсутність достовірних відмінностей по урожаю і вологості зерна між простими і модифікованими гібридами (табл. 2).

Відзначимо, що кліматичні умови 2015 року були дуже несприятливими для росту і розвитку кукурудзи і урожай зерна в середньому склав 4,13 т/га, в порівнянні з 6,53 т/га в 2014 році. З вивченої вибірки був виділений 21 гібрид (13,7 %) з урожаем зерна достовірно вище середнього по групам зрілості, в т.ч. 7 простих, 4 з родственими і 10 з беккроссними скрещиваннями в якості материнської форми. Урожай зерна у кращих простих гібридів в абсолютних величинах був вище, ніж у відповідних модифікованих варіантів, однак ці переваги в більшості випадків вкладалися в довірительний інтервал значень НСР₀₅.

Важливим елементом у простих гібридах є фенотипічна однорідність морфологічних ознак рослин. Аналіз 7 ознак

1. Порівняльна характеристика материнських форм (2013-2014 рр.)

Селекційні ознаки	Інбредні лінії		Родствених скрещивання		Беккроссних скрещивання	
	середнє	варіація	середнє	варіація	середнє	варіація
Стартовий ріст, балл	6,6	5,57,3	7,1	5,88,0	7,0	5,98,0
Період до цвітіння, дні	59,1	53,064,0	57,5	52,861,3	58,1	53,564,5
Габітус рослин, см	177,9	151,3221,3	210,9	186,3241,3	195,2	176,3225,5
Висота початка, см	65,1	47,580,0	82,9	63,8103,8	73,9	57,587,5
Полегання, %;	5,0	0,025,5	3,8	0,017,6	4,8	0,019,2
Вологість зерна, %	14,3	13,0 15,7	14,7	12,716,4	13,9	12,216,3
Урожай зерна, т/га	3,99	2,785,66	6,18	4,978,13	5,5	4,456,84

2. Зернова продуктивність трьох типів гібридів (2014-2015 рр.)

Тип гібридів	Період до цвітіння, дні		Урожай зерна, т/га		Вологість зерна, %	
	ФАО до 200	ФАО до 240	ФАО до 200	ФАО до 240	ФАО до 200	ФАО до 240
АхВ	56,6	60,4	5,13	5,54	13,0	12,7
(АхА1)хВ	55,4	60,1	5,08	5,54	13,0	12,8
[(АхА1)хА]хВ	55,7	60,1	5,10	5,58	12,8	12,6
НСР05	0,92	0,87	0,42	0,48	0,83	0,80

ков (табл. 3) выбранных 15 гибридов из каждого типа скрещиваний, созданных на базе общих инбредных линий, показали незначительную вариацию по диаметру початка ($V=4,2-7,9\%$) и числу рядов зерен ($V=10,0-10,4\%$). Более высокая вариация отмечена по высоте прикрепления початка, длине початка и количеству зерен в ряду. В среднем, по всем изученным признакам, коэффициент вариации составил $9,16\%$ у простых гибридов, $11,67\%$ у гибридов с родственными скрещиваниями и $14,07\%$ у комбинаций с беккроссными скрещиваниями. Следует отметить, что у ряда модифицированных гибридов [(A $\times$ A1) $\times$ B] средний коэффициент вариации превышал 20% , что указывает на значительное варьирование морфологических признаков.

3. Вариация признаков у трех типов гибридов (2014 г.)

Морфологические признаки	A $\times$ B		(A $\times$ A1) $\times$ B		[(A $\times$ A1) $\times$ A] $\times$ B	
	среднее	V, %	среднее	V, %	среднее	V, %
Высота растений, см	215,9	7,1	212,7	12,3	213,4	15,3
Высота початка, см	90,5	10,2	91,5	15,1	91,5	19,7
Масса початка, гр.	116,3	9,1	114,4	10,4	114,1	15,2
Длина початка, см	16,6	10,6	16,7	13,8	15,4	14,9
Диаметр початка, см	4,3	6,4	4,1	6,8	4,2	7,9
Число рядов зерен	16,9	10,0	16,8	10,4	16,8	10,2
Число зерен в ряду	32,8	10,7	30,2	12,9	31,2	15,3

Обобщение результатов исследований по модификации простых гибридов позволяют заключать, что родственные и беккроссные скрещива-

ния в качестве материнских форм обеспечивают выделение комбинаций с урожаем зерна и выровненностью растений, не уступающих исходной формуле. Беккроссные скрещивания в целом уступают родственным скрещиваниям по выровненности созданных гибридов, а для оперативности их размножения требуется дополнительное сезон. Однократное беккроссирование с тем или иным родителем у ряда близкородственных линий с индексом генетических различий до 40% приводит к существенному снижению урожая зерна. Вовлечение линий с определенными различиями по морфологическим признакам, антоциановой окраске зерна, рылец и пыльников увеличивает спектр вариации - элемент нежелательный при апробации и идентификации материнских форм. Для синтеза родственных скрещиваний следует отобрать инбредные линии, содержащие не менее 50% генома общего родителя и сравнительно сходные по скороспелости, высоте растений, прикреплению и длине початка и степени озерненности верхушки. Использование линий с высокой общей комбинационной способностью повышает вероятность выделения модифицированных материнских форм, обладающих данным свойством. Довольно высокую степень наследования в скрещиваниях имеют стартовый рост всходов, устойчивость к корневому и стеблевому полеганию, влажность зерна, масса 1000 зерен. Выровненность фенотипических признаков у модифицированных гибридов определяется величиной генетических различий родительских компонентов материнской формы, выражаемой уровнем гетерозиса по урожаю зерна. Вероятность выделения конкурентоспособных гибридов с выгодным семеноводством возрастает при использовании материнских форм линий с индексом генетических различий от 30 до 50% .

УДК 618.613

ДОСЛІДЖЕННЯ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ МЕТАЛОВМІСНИХ СТІЧНИХ ВОД В БІОСТАВКАХ ПАТ «ДМКД»

Я. В. Семерак

В. М. Гуляєв, доктор технічних наук, професор

І. М. Корнієнко кандидат технічних наук, доцент

С. С. Бондаренко, аспірант

Дніпровський державний технічний університет

Кам'янське – є промисловим та екологічно забрудненим містом, в ньому зосереджено велику кількість промислових підприємств металургійного та хімічного спрямування. Стічні води промислових підприємств спочатку підлягають очищенню на локальних очисних спорудах, а потім направляються на міські очисні споруди. ПАТ «ДМКД» є металургійним підприємством на якому утворюються стічні води з високим

вмістом важких металів. Виходячи з цього, актуальним є дослідження ефективності очистки стічних вод на локальних спорудах-біоставках

Ключові слова: стічні води, гідробіонти, біологічне очищення, біологічний ставок, біоценоз, донні відкладення

Метою роботи є дослідження ефективності очищення стічних вод в біоставках металургійного комбінату.