

ВЛИЯНИЕ ОТЦОВСКИХ ФОРМ НА УБОРОЧНУЮ ВЛАЖНОСТЬ ЗЕРНА У ПРОСТЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ

Ольга Николаевна Панфилова
Сергей Юрьевич Сергеев
Елена Васильевна Чугунова
Юлия Анатольевна Авилова
Светлана Николаевна Дерунова

Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия,
Поволжский филиал

Создание гибридов кукурузы с быстрой отдачей влаги зерном при созревании является актуальной проблемой в РФ. Во многих регионах страны (Среднее Поволжье, Центральный, Уральский, Сибирский и др. федеральные округа) уборка гибридов кукурузы на зерно комбайнами ведется при высокой влажности – выше 30%. Послеуборочная доработка зерна кукурузы до стандартной 14% влажности требует значительных энергозатрат. Из литературных источников известно, что быстрая отдача влаги зерном во время созревания наследуется в потомствах и контролируется генами с аддитивным характером взаимодействия, имеет место также и неаддитивное действие генов. В процессе селекционной работы, проведенной в 2015–2017 гг., были получены простые межлинейные гибриды путем скрещивания трех стерильных материнских форм с низкой уборочной влажностью и девятью отцовскими формами, являющимися опылителями с еще более низкой уборочной влажностью. Путем межлинейных скрещиваний было получено 27 простых гибридов. В результате комбинаций скрещиваний установлена степень наследуемости признака «уборочная влажность» зерна в зависимости от использования той или иной отцовской формы. Влажность зерна отцовских форм являлась влияющим фактором, влажность зерна полученных гибридов – результирующим фактором. На основе корреляционного анализа установлена зависимость между изучаемыми факторами. С учетом высокой вариативности изменчивости влажности полученные величины корреляционных отношений существенны (0,6687–0,7106), это позволило характеризовать связь как заметную и высокую. В нашем анализе доля влияния уборочной влажности отцовских форм на влажность простых межлинейных гибридов в общем числе факторов, влияющих на уборочную влажность зерна гибридов, составила 50,50%, 46,70 и 44,71%. Использование отцовских форм с более низкой уборочной влажностью для получения новых гибридов является существенным резервом в селекции на более низкую уборочную влажность зерна.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: кукуруза, гибрид, инбредная линия, уборочная влажность зерна, наследуемость, регрессия, корреляция.

MALE PARENT FORMS INFLUENCE ON THE HARVESTING MOISTURE OF GRAIN OF SINGLE-CROSS CORN HYBRIDS

Olga N. Panfilova
Sergey Yu. Sergeev
Elena V. Chugunova
Yuliya A. Avilova
Svetlana N. Derunova

All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Povolzhskiy Branch

The creation of corn hybrids with a rapid moisture return of grain in the stage of maturity is an urgent problem in Russia. In many regions of the country (Middle Volga, Central, Ural, Siberian and other federal districts) corn hybrids are harvested by harvesters at high grain humidity – above 30%. Post-harvest processing of corn grain towards standard moisture content of 14% requires significant energy consumption. According to literature studies, it is known that rapid moisture return of grain in the stage of maturity is inherited in the offspring and is controlled by genes with an additive character of interaction, there is also a nonadditive effect of genes. In the

process of breeding carried out in 2015–2017, simple interline hybrids were obtained by crossing of three sterile female parent forms with low moisture content at harvesting and nine male parent forms, which are pollinators with even lower harvesting moisture. By interstrain crossing 27 simple hybrids were obtained. As a result of crossing combinations, the authors defined the degree of heritability of such character of grain as 'moisture content at harvesting' depending on certain male parent form involved in the process of crossing. Moisture content of grain of male parent forms was an influencing factor, whereas moisture content of grain of the obtained hybrids was a resultant factor. Based on the correlation data analysis the dependence between the studied factors was established. Considering high variability of humidity changes, the values of correlation relations are significant (0.6687–0.7106). This brings us to the conclusion that correlation is appreciable and high. In our analysis, the rate of the influence of 'moisture content at harvesting' of male parent forms on the humidity of simple interline hybrids in the total number of factors that have an influence on the moisture content at harvesting of grain of hybrids was of 50.50%, 46.70% and of 44.71%. The use of male parent forms with low moisture content in the process of obtaining new hybrids is a significant reserve in selective breeding.

KEYWORDS: corn, hybrid, inbred line, moisture content at harvesting, heritability, regression, correlation.

Введение

Одним из важнейших аспектов в селекции кукурузы является создание гибридов с быстрой отдачей влаги зерном при созревании. Актуальность этой проблемы объясняется тем, что во многих регионах РФ (Среднее Поволжье, Центральный, Уральский, Сибирский и др. федеральные округа) уборка урожая зерна гибридов кукурузы комбайнами ведется при довольно высокой влажности, часто выше 30%. Послеуборочная доработка зерна с повышенной влажностью требует значительных энергетических затрат. Так, на высушивание зерна кукурузы от 30 до 14% влажности количество энергоресурсов превышает необходимые затраты на ее производство.

Из литературных данных известно, что потеря влажности зерна кукурузы во время созревания представляет собой сложный процесс, который зависит от многих факторов. Установлено, что быстрая отдача влаги зерном во время созревания наследуется в потомствах и контролируется преимущественно генами с аддитивным характером взаимодействия, хотя имеет место также и неаддитивное действие генов. Коэффициенты наследуемости быстрой отдачи влаги достигали 95%, что указывает на стабильность проявления признака и эффективность отбора на быструю влагоотдачу зерном кукурузы [1, 3, 5].

При селекции на продуктивность и раннеспелость положительных результатов можно достичь путем создания таких гибридов, которые отличались бы относительно продолжительными периодами роста и налива зерна, благоприятно влияющими на величину урожая, но имели бы короткий период высыхания зерна (от появления черного слоя до наступления технической спелости), сокращающие общую длину вегетационного периода [7, 8, 9].

Многие ученые-селекционеры как в России, так и за рубежом по результатам исследования процессов потери влаги зерном кукурузы при созревании делают выводы, что линии и гибриды кукурузы существенно различаются по скорости высыхания зерна при созревании и этот признак является наследуемым свойством, что дает возможность вести отбор в этом направлении [2, 10, 11].

Величина влажности при уборке есть функция двух взаимосвязанных величин – уровня влажности при наступлении физиологической спелости и скорости высыхания зерна после этого.

Материалы и методы

В процессе селекционной работы простые межлинейные гибриды были получены в результате скрещиваний вручную под изоляторами. В селекционной работе использовалось всего 17 линейных стерильных материнских форм. Из них были отобраны три стерильные линии как доноры низкой уборочной влажности зерна – РП 21С, РП 203С, Ма 21М с целью получения простых межлинейных гибридов.

Две линии «С» типа – боливийского источника (РП 21С, РП 203С) и одна «М» типа – молдавского источника (Ма 21М) имели кремнистый тип зерна. Отцовскими формами были 9 инбредных линий, различающихся по консистенции зерна, из них 6 – кремнистых (РП 3, РП 33, РП 80, РП 136, РП 147, РП 214), 2 – зубовидные (РП 36, РП 121) и одна – полузубовидная (РП 65).

Полученные в результате скрещиваний простые межлинейные гибриды высевали в контрольном питомнике на 3-рядковых делянках, площадью 14,7 м², учетная площадь составила 9,8 м², повторность – двухкратная. Изучение проводили по комплексу хозяйственно ценных признаков, в том числе по признаку «уборочная влажность» на дату полной спелости зерна.

Испытания проводили в течение трех лет – с 2015 по 2017 г., климатические условия которых были различными [6].

2015 г. в целом характеризовался как благоприятный, но налив зерна и созревание проходили в условиях дефицита почвенной и воздушной влаги, температура воздуха была выше многолетнего значения на 3–4°С при полном отсутствии осадков, поэтому уборочная влажность гибридов и их родительских форм в этом году была самой низкой из трех лет испытаний.

2016 г. был незначительно засушливым, но август, когда шел период налива зерна, был сухим и жарким, температура была на 6,2°С выше среднемноголетнего значения, но за счет того, что в III декаде августа выпало 20 мм осадков (среднемноголетняя месячная норма 21 мм), растения вновь начали вегетировать, поэтому в фазе полной спелости (I декада сентября) гибриды и линии имели довольно высокую уборочную влажность зерна.

2017 г. был благоприятным, но условия августа были аналогичными 2015 г., осадков выпало в 2 раза меньше среднемноголетнего показателя – 11 мм вместо 22 мм, температура в этом месяце была жарче среднемноголетнего показателя на 3,2°С, фаза полной спелости у ранних гибридов наступила в I декаде сентября.

Уборочную влажность простых межлинейных гибридов кукурузы, материнских и отцовских форм определяли в фазу полной спелости зерна полевым влагомером на одну и ту же дату.

Математическую и статистическую обработку, корреляционный и регрессионный анализ полученных результатов исследований проводили по методике Б.А. Доспехова [4].

Целью проведенных исследований было создание простых межлинейных ранне-спелых гибридов кукурузы зернового использования с низкой уборочной влажностью зерна.

В качестве генетических источников использовали стерильные материнские формы со сравнительно низкой уборочной влажностью, отцовскими формами были инбредные линии – доноры низкой уборочной влажности.

Результаты и их обсуждение

На основе анализа полученных комбинаций скрещиваний установили степень наследуемости признака «уборочная влажность» зерна от использования той или иной отцовской формы с более низкой влажностью зерна, чем у материнской формы.

Показатели уборочной влажности зерна исходных родительских форм и простых межлинейных гибридов кукурузы (2015–2017 гг.) представлены в таблице 1.

Уборочная влажность на дату полной спелости зерна по материнским линиям имела следующие значения:

РП 21С – 20,7%;

РП 203С – 22,5%;

Ма 21М – 19,6%.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Таблица 1. Уборочная влажность зерна исходных родительских форм и простых межлинейных гибридов кукурузы (2015–2017 гг.)

| Материнская форма | | Отцовская форма | | Гибрид | | +, - от материнской линии |
|-------------------|--------------|-----------------|--------------|------------------|--------------|---------------------------|
| Линия | Влажность, % | Линия | Влажность, % | Происхождение | Влажность, % | |
| РП 21С | 20,7 | РП 3 | 17,2 | РП 21С × РП 3 | 19,3 | -1,4 |
| | | РП 33 | 18,4 | РП 21С × РП 33 | 18,0 | -2,7 |
| | | РП 36 | 16,1 | РП 21С × РП 36 | 19,6 | -1,1 |
| | | РП 65 | 17,1 | РП 21С × РП 65 | 18,9 | -1,8 |
| | | РП 80 | 16,0 | РП 21С × РП 80 | 19,0 | -1,7 |
| | | РП 121 | 17,6 | РП 21С × РП 121 | 17,9 | -2,8 |
| | | РП 136 | 15,6 | РП 21С × РП 136 | 19,2 | -1,5 |
| | | РП 147 | 18,2 | РП 21С × РП 147 | 19,8 | -0,9 |
| РП 203С | 22,5 | РП 3 | 17,2 | РП 203С × РП 3 | 19,0 | -3,5 |
| | | РП 33 | 18,4 | РП 203С × РП 33 | 17,7 | -4,8 |
| | | РП 36 | 16,1 | РП 203С × РП 36 | 18,7 | -3,8 |
| | | РП 65 | 17,1 | РП 203С × РП 65 | 17,1 | -5,4 |
| | | РП 80 | 16,0 | РП 203С × РП 80 | 18,5 | -4,0 |
| | | РП 121 | 17,6 | РП 203С × РП 121 | 18,7 | -3,8 |
| | | РП 136 | 15,6 | РП 203С × РП 136 | 19,0 | -3,5 |
| | | РП 147 | 18,2 | РП 203С × РП 147 | 17,6 | -4,9 |
| Ма 21М | 19,6 | РП 3 | 17,2 | Ма 21М × РП 3 | 15,5 | -4,1 |
| | | РП 33 | 18,4 | Ма 21М × РП 33 | 16,2 | -3,4 |
| | | РП 36 | 16,1 | Ма 21М × РП 36 | 15,3 | -4,3 |
| | | РП 65 | 17,1 | Ма 21М × РП 65 | 17,0 | -2,6 |
| | | РП 80 | 16,0 | Ма 21М × РП 80 | 15,9 | -3,7 |
| | | РП 121 | 17,6 | Ма 21М × РП 121 | 16,0 | -3,6 |
| | | РП 136 | 15,6 | Ма 21М × РП 136 | 17,3 | -2,3 |
| | | РП 147 | 18,2 | Ма 21М × РП 147 | 16,4 | -3,2 |
| | | РП 214 | 16,4 | Ма 21М × РП 214 | 15,7 | -3,9 |

У отцовских форм уборочная влажность изменялась от 15,6 до 18,4%, т. е. имела более низкое значение, чем у материнских форм. В результате анализирующих скрещиваний было получено по 9 простых межлинейных гибридов в каждой группе тестеров, всего 27 простых межлинейных гибридов. В результате скрещиваний все полученные простые межлинейные гибриды имели уборочную влажность ниже, чем у любой материнской формы.

Не установлена зависимость между уборочной влажностью полученных простых межлинейных гибридов и консистенцией зерна использованных отцовских форм. В скрещиваниях с отцовскими формами кремнистой, зубовидной и полужубовидной консистенции новые гибриды имели более низкую уборочную влажность зерна.

Корреляционный и регрессионный анализ проводили по осредненным результатам влажности зерна материнской формы, отцовской формы и полученных в результате скрещиваний новых простых межлинейных гибридов за три различных по погодным

условиям года, что позволило нивелировать влияние погодных условий на результаты статистического анализа и акцентировать внимание на связи влажности зерна отцовских форм и гибридов на их основе. Следует отметить, что влажность зерна отцовских форм принималась за влияющий фактор, а влажность зерна полученных гибридов – как результативный фактор.

Перед проведением корреляционного и регрессионного анализа зависимость между изучаемыми факторами (влажность зерна отцовских форм и простых межлинейных гибридов) была проверена на линейность с помощью критерия линейности корреляции. В результате установлена криволинейная зависимость между изучаемыми факторами. Поэтому корреляционный анализ сводился к определению величины корреляционного отношения (табл. 2).

Таблица 2. Показатели корреляции между гибридами

| Гибрид | Корреляционное отношение | Коэффициент детерминации | Сила связи по шкале Чеддока |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| РП 21С × РП 3 РП 21С × РП 33 РП 21С × РП 36 РП 21С × РП 65 РП 21С × РП 80 РП 21С × РП 121 РП 21С × РП 136 РП 21С × РП 147 РП 21С × РП 214 | 0,7106 | 0,5050 | Высокая |
| РП 203С × РП 3 РП 203 С × РП 33 РП 203С × РП 36 РП 203С × РП 65 РП 203С × РП 80 РП 203С × РП 121 РП 203С × РП 136 РП 203С × РП 147 РП 203С × РП 214 | 0,6836 | 0,4673 | Заметная |
| Ма 21М × РП 3 Ма 21М × РП 33 Ма 21М × РП 36 Ма 21М × РП 65 Ма 21М × РП 80 Ма 21М × РП 121 Ма 21М × РП 136 Ма 21М × РП 147 Ма 21М × РП 214 | 0,6687 | 0,4471 | Заметная |

С учетом высокой вариативности изменчивости влажности вообще полученные величины корреляционных отношений следует считать существенными (0,6687–0,7106), что позволяет охарактеризовать связь как заметную и высокую.

Обращают на себя внимание значения коэффициента детерминации, поскольку по ним судят о доле вариации, приходящейся на изменение влажности зерна. В нашем анализе доля влияния влажности зерна отцовских форм на влажность простых межлинейных гибридов в общем числе факторов, влияющих на влажность зерна гибридов в целом, соответствует 50,50%, 46,73 и 44,71%. Как нам представляется, такие показатели можно считать довольно высокими и, как следствие, они подлежат учету в дальней-

ших исследованиях в плане еще более эффективного использования изученных отцовских форм как перспективных для селекции новых гибридов.

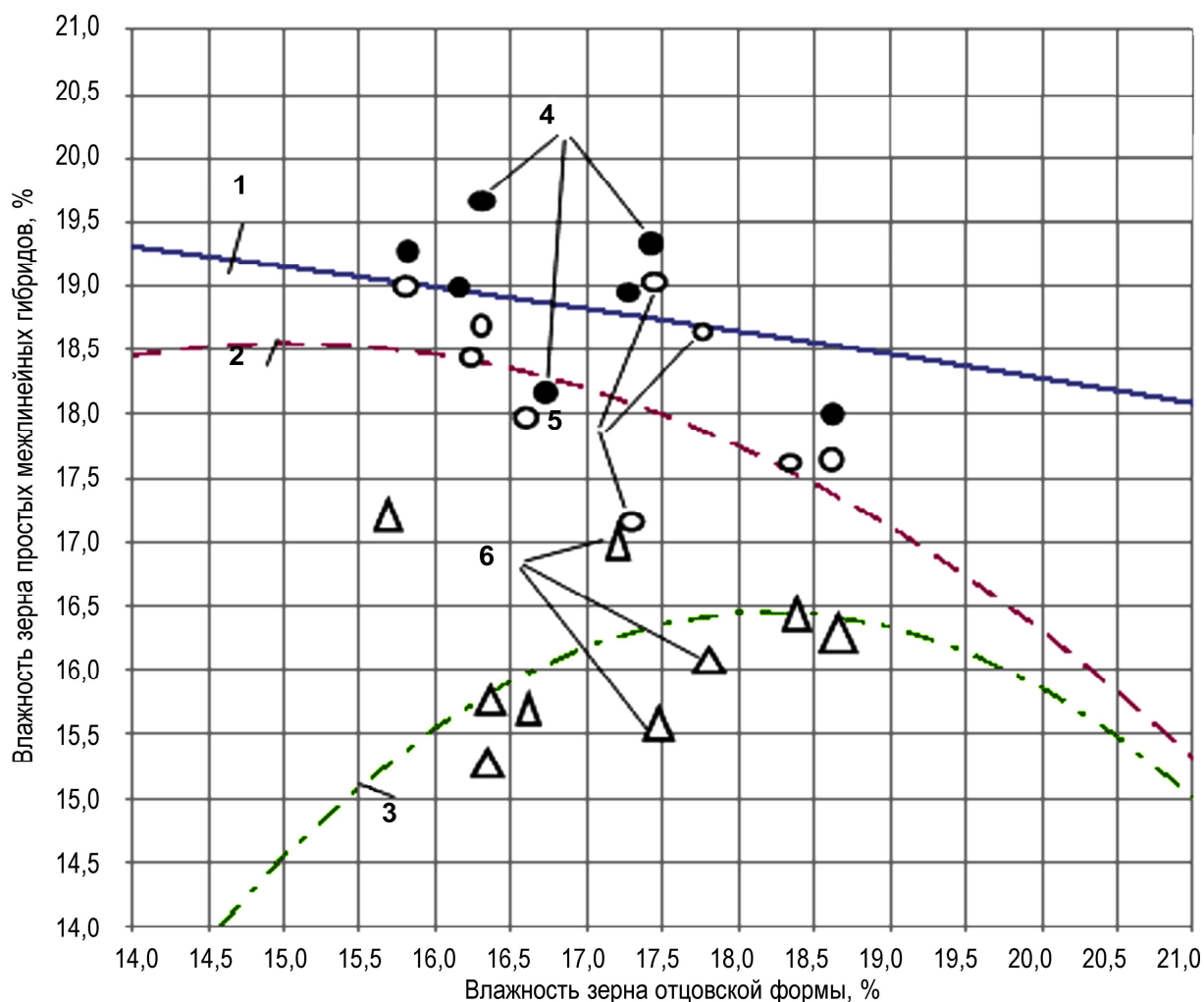
При регрессионном анализе мы использовали параболическую кривую и квадратическую зависимость вида $ax^2 + bx + c$. В результате были получены три эмпирические зависимости, параметры которых приведены в таблице 3 и подтверждаются графически на рисунке.

Таблица 3. Результаты регрессионного анализа простых межлинейных гибридов и их отцовских форм

| Гибрид | Коэффициенты регрессии | | | Уравнение регрессии |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------|---------|----------------------------------|
| | a | b | c | |
| РП 21С × РП 3 РП 21С × РП 33 РП 21С × РП 36 РП 21С × РП 65 РП 21С × РП 80 РП 21С × РП 121 РП 21С × РП 136 РП 21С × РП 147 РП 21С × РП 214 | -0,0029 | -0,0694 | 20,8797 | $Y = -0,003x^2 - 0,07x + 20,88$ |
| РП 203С × РП 3 РП 203С × РП 33 РП 203С × РП 36 РП 203С × РП 65 РП 203С × РП 80 РП 203С × РП 121 РП 203С × РП 136 РП 203С × РП 147 РП 203С × РП 214 | -0,0906 | 2,7362 | -2,0119 | $Y = 0,091x^2 + 2,736x - 2,012$ |
| Ма 21М × РП 3 Ма 21М × РП 33 Ма 21М × РП 36 Ма 21М × РП 65 Ма 21М × РП 80 Ма 21М × РП 121 Ма 21М × РП 136 Ма 21М × РП 147 Ма 21М × РП 214 | -0,1855 | 6,774 | -45,22 | $Y = -0,186x^2 + 6,774x - 45,22$ |

Интерполяционные участки эмпирических кривых варьируют в диапазоне влажности зерна от 15,3 до 19,8% и для отцовской формы, и для простых межлинейных гибридов. В пределах этих участков влажность зерна гибридов с материнской линией РП 21С и РП 203С уменьшается с повышением влажности зерна отцовских форм. При этом у гибридов с участием материнской линии РП 203С интенсивность снижения влажности выше, чем у линии РП 21С.

Связь влажности зерна гибридов с материнской линией Ма 21М и влажностью зерна отцовских форм имеет другой характер: повышение влажности зерна отцовских форм сопровождается повышением влажности зерна у простых гибридов. Такая закономерность прослеживается в пределах интерполяционной части кривой в пределах 15,5–18,5%. При проведении экстраполяции, при влажности зерна отцовских форм более 18,5%, закономерность меняется на обратную. В третью эмпирическую кривую (Ма 21М) попал пик параболы. При этом следует отметить, что так как нисходящая часть параболы является интерполяционной, то делать по ней заключение преждевременно.



Влияние влажности зерна отцовских форм на влажность зерна простых межлинейных гибридов: 1 – при $Y = -0,003x^2 - 0,07x + 20,88$; 2 – при $Y = 0,091x^2 + 2,736x - 2,012$; 3 – при $Y = -0,186x^2 + 6,774x - 45,22$; 4, 5, 6 – фактические точки определения влажности зерна отцовских форм и гибридов по материнским линиям РП 21С, РП 203С и Ма 21М

Выводы

Установлено, что при создании простых межлинейных раннеспелых гибридов кукурузы с низкой уборочной влажностью зерна следует учитывать влияние уборочной влажности отцовских форм на уборочную влажность зерна создаваемых гибридов. При этом влияние может выражаться в форме как прямой, так и обратной зависимости. Это связано с индивидуальными особенностями генотипов материнских линий, отцовских форм и создаваемых гибридов.

Использование инбредных линий с низкой уборочной влажностью в качестве отцовских форм является существенным резервом в работе по созданию гибридов кукурузы с более низкой уборочной влажностью зерна, что подтверждено результатами исследований.

Библиографический список

1. Асыка Ю.А. Наследование способности быстрой потери влаги при созревании зерна у гибридов кукурузы / Ю.А. Асыка // Науч.-техн. бюл. ВСГИ. – Одесса, 1985. – № 4 (58). – С. 13–16.
2. Асыка Ю.А. О селекции кукурузы на ускоренное высушивание зерна при созревании / А.Ю. Асыка, В.А. Трофимов // Сельскохозяйственная биология. – 1988. – № 2. – С. 3–9.

3. Виличку Ф.К. Интенсивность высухания зерна линий кукурузы в полевых условиях / Ф.К. Виличку, И.А. Павленкова // Селекция, семеноводство, производство зерна кукурузы : матер. науч.-практ. конф. 05–07 августа 2002 г. – Пятигорск, 2002. – С. 83–91.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Зозуля А.Л. Селекция кукурузы на снижение уборочной влажности зерна / А.Л. Зозуля // Селекция и семеноводство. – 1982. – № 51. – С. 3–6.
6. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой. – Днепропетровск, 1980. – 54 с.
7. Мустяца С.И. Динамика влажности зерна / С.И. Мустяца, С.И. Мистрец // Кукуруза и сорго. – 1993. – № 5. – С. 15–17.
8. Панфилов А.Э. Динамика влажности зерна кукурузы в связи с гидротермическими условиями / А.Э. Панфилов, Е.С. Иванова // Известия Челябинского научного центра. – 2008. – № 1 (39). – С. 87–90.
9. Хорошилов С.А. Выделение генотипов для создания гибридов кукурузы с пониженной влажностью зерна к уборке / С.А. Хорошилов, А.Н. Воронин, Г.М. Журба // Селекция. Семеноводство. Технология возделывания кукурузы : матер. науч.-практ. конф., посвящ. 20-летию ГНУ ВНИИ кукурузы. – Пятигорск, 2009. – С. 111–117.
10. Hallauer A.R. Methods used in developing maize inbreds / A.R. Hallauer // *Maydica*. – 1990. – Vol. 35, No. 1. – Pp. 1–16.
11. Smith J.S.C. The description and assessment of distances between inbred lines of maize: the utility of morphological, biochemical and genetic descriptors and a scheme for the testing of distinctiveness between inbred lines / J.S.C. Smith, O.S. Smith // *Maydica*. – 1989. – Vol. 34, No. 2. – P. 151–161.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Ольга Николаевна Панфилова – кандидат сельскохозяйственных наук, директор Поволжского филиала ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», Российская Федерация, г. Волгоград, тел. 8 (84442) 9-37-16, e-mail: filialpovolg@rambler.ru.

Сергей Юрьевич Сергеев – кандидат технических наук, старший научный сотрудник Поволжского филиала ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», Российская Федерация, г. Волгоград, тел. 8 (84442) 9-37-16, e-mail: filialpovolg@rambler.ru.

Елена Васильевна Чугунова – старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства кукурузы Поволжского филиала ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», Российская Федерация, г. Волгоград, тел. 8 (84442) 9-37-16, e-mail: filialpovolg@rambler.ru.

Юлия Анатольевна Авилова – старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства кукурузы Поволжского филиала ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», Российская Федерация, г. Волгоград, тел. 8 (84442) 9-37-16, e-mail: filialpovolg@rambler.ru.

Светлана Николаевна Дерунова – старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства кукурузы Поволжского филиала ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», Российская Федерация, г. Волгоград, тел. 8 (84442) 9-37-16, e-mail: filialpovolg@rambler.ru.

Дата поступления в редакцию 02.09.2018

Дата принятия к печати 22.09.2018

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Olga N. Panfilova – Candidate of Agricultural Sciences, Director, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Povolzhskiy Branch, Russian Federation, Volgograd, tel. 8 (84442) 9-37-16, e-mail: filialpovolg@rambler.ru.

Sergey Yu. Sergeev – Candidate of Engineering Sciences, Senior Scientific Researcher, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Povolzhskiy Branch, Russian Federation, Volgograd, tel. 8 (84442) 9-37-16, e-mail: filialpovolg@rambler.ru.

Elena V. Chugunova – Senior Scientific Researcher, Corn Breeding and Seed Production Division, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Povolzhskiy Branch, Russian Federation, Volgograd, tel. 8 (84442) 9-37-16, e-mail: filialpovolg@rambler.ru.

Yuliya A. Avilova – Senior Scientific Researcher, Corn Breeding and Seed Production Division, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Povolzhskiy Branch, Russian Federation, Volgograd, tel. 8 (84442) 9-37-16, e-mail: filialpovolg@rambler.ru.

Svetlana N. Derunova – Senior Scientific Researcher, Corn Breeding and Seed Production Division, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Povolzhskiy Branch, Russian Federation, Volgograd, tel. 8 (84442) 9-37-16, e-mail: filialpovolg@rambler.ru.

Received September 02, 2018

Accepted September 22, 2018