

ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ ИНБРЕДНЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ УКРАИНЫ

С. П. КОЦЮБА

Уманский национальный университет садоводства,
г. Умань, Украина, 20300, e-mail: bbkots@icloud.com

(Поступила в редакцию 26.08.2021)

В статье представлены результаты четырехлетних (2016–2019 гг.) исследований по изучению инбредных линий кукурузы, оценке возделывания кукурузы в условиях монокультуры в зоне неустойчивого и недостаточного увлажнения Центральной Лесостепи Украины. Наиболее стабильной по годам в опыте была отмечена инбредная линия №331, которая по всем признакам, кроме урожайности, имела коэффициент варьирования не более 10 %, что свидетельствует о ее стабильности. Хотя признак урожайности относится к главным признакам хозяйственно ценного комплекса инбредных линий № 331 может быть использована при создании гетерозисных гибридов интенсивного типа несмотря на $V=23,33$ %. Ведь такое значительное варьирование может быть объяснено чрезвычайными условиями одного года. Относительно урожайности, статистические характеристики указывают на то, что дисперсия ($S^2=0,68$) низкая, а значит инбредные линии, входящие в коллекцию, мало реагируют на колебания условий выращивания изменением урожайности. В то же время коэффициент вариации составляет 22,28 % указывая, что между отдельными инбредными линиями есть разница, и ее следует оценить более подробно. В то же время низкое варьирование продолжительности периода от всходов до полной спелости и количества листьев на основном стебле ($V=7,73$ %), указывает на выравненность коллекции линий по этим показателям. Небольшая вариабельность показателей влажности зерна исследуемого материала при уборке ($S^2=8,76$; $V=12,6$ %) свидетельствует также о перспективах данного критерия, как дополнительного, в оценке уровня скороспелости исследуемых инбредных линий.

Ключевые слова: урожайность, инбредная линия, вариабельность, популяция, коэффициент вариации, гетерозисный гибрид.

The article presents results of four-year (2016–2019) research into inbred lines of maize, assessment of maize cultivation in monocrop conditions in the zone of unstable and insufficient moisture in the Central Forest-Steppe of Ukraine. The most stable line over the years of the experiment was inbred line No. 331, which, according to all characteristics, except for yield, had a coefficient of variation of no more than 10%, which indicates its stability. Although the grain yield trait belongs to the main traits of an economically valuable complex of inbred lines, No. 331 can be used to create heterotic hybrids of an intensive type, despite that its $V = 23.33$ %. After all, such a significant variation can be explained by the extreme conditions of one year. In terms of yield, statistical characteristics indicate that the variance ($S^2 = 0.68$) is low, which means that the inbred lines included in the collection do not react much to fluctuations in growing conditions with changes in yield. At the same time, the coefficient of variation is 22.28 % indicating that there is a difference between the individual inbred lines, and it should be assessed in more detail. At the same time, low variation in the duration of the period from germination to full ripeness and the number of leaves on the main stem ($V = 7.73$ %) indicates the evenness of the collection of lines in these parameters. The small variability of indicators of moisture content of grain of the studied material during harvesting ($S^2 = 8.76$; $V = 12.6$ %) also indicates the prospects of this criterion, as an additional one, in assessing the level of early maturation of the studied inbred lines.

Key words: yield, inbred line, variability, population, coefficient of variation, heterotic hybrid.

Введение

Кукуруза – это одна из немногих культур, селекции которой предоставляют в Украине такое внимание. Это связано с тем, что здесь благоприятные условия для выращивания различных сортов и гибридов этой культуры по вегетационному периоду. В Украине полученные одни из первых межсортовые и межлинейных гибриды [1].

С 2006 года производству Украины рекомендовано 353 сорта и гибрида кукурузы. Из них 45 % украинской селекции, а остальные – зарубежной. Значительное внимание в селекции кукурузы уделяется созданию нового исходного материала с широким генетическим разнообразием. Внедрение в селекционную практику метода генотиповой классификации самоопыляющиеся линий открыло возможность целенаправленного подбора родительских пар для создания высокогетерозисных гибридов и синтетических популяций [1].

Задачи и направления селекции растений обусловлены разнообразием почвенно-климатических условий Украины, а также растущими требованиями сельскохозяйственного производства к сортам. Поэтому селекционер должен не только хорошо понимать требования к сорту и гибриду в данный момент, но и уметь предвидеть изменения на десятки лет вперед, поскольку созданный им генотип предназначен для будущего производства.

Кроме того, многие из них вместе с хорошей скороспелостью не соответствуют таким важным хозяйственно биологическим признакам, как производительность, КС, устойчивость к полеганию,

болезням и вредителям, высота прикрепления нижнего початка и другим показателям, то есть скороспелый генофонд кукурузы очень бедный и его необходимо пополнять [2]. В мировой и отечественной коллекции очень мало линий, пригодных для вывода скороспелых гибридов с широкой пластичностью. Как правило, линии, удовлетворяющие требования одной зоны оказываются непригодными или малопригодными для другой, нужен зональный подход в изучении линий и формировании рабочей коллекции.

На современном этапе развития селекционной науки инбредные линии является основным источником для создания новых генотипических комбинаций для различных селекционных программ [3, 4, 5, 6]. В наших исследованиях решение о включении исходного материала в программы создания гибридов принимали с учетом варибельности инбредных линий по отдельным признакам и проявления их производительного потенциала.

Мера изменчивости конкретного признака имеет важное значение для оценки коллекции инбредных линий, что изучались. Среди многих показателей, по которым оценивают фенотипическую варибельность как популяции, которая представляет собой коллекцию, так и ее отдельные компоненты, в нашем случае это инбредные линии коллекции Уманского НУС (Украина), наиболее важными считаются среднее квадратическое отклонение (S), по которому рассчитывают дисперсию (S^2). Именно среднее квадратическое отклонение позволяет установить различные показатели изменчивости как вышеупомянутая дисперсия, так и коэффициент вариации (V). При этом коэффициент вариации дает более универсальную информацию о изменчивости ее относительными величинами, то есть сравнить варибельность признаков, которые нельзя сравнить по показателям средних арифметических.

Основная часть

Дисперсия и коэффициент вариации по урожайности инбредных линий в первую очередь указывают на контрастность и различную потенциальную возможность изученного материала, что дает основания изучать их комбинационную способность в диалельных скрещивания и других схемах без оговорок для последующего отбора по комбинационной способности.

Данные приведены в табл. 1 указывают на изменчивость средних арифметических показателей изученной коллекции.

Таблица 1. Варибельность хозяйственно-ценных признаков у инбредных линий кукурузы за 2016–2019 годы

| Признаки | Статистические характеристики | | | | |
|--|-------------------------------|-----------|-----------------------------|------------------------------------|--|
| | средняя арифметическая | дисперсия | коэффициент варьирования, % | погрешность средней арифметической | относительная погрешность средней арифметической |
| Урожайность, т/га | 3,58 | 0,68 | 22,28 | 0,09 | 2,51 |
| Продолжительность вегетации, дней | 115,43 | 32,79 | 4,96 | 0,72 | 0,62 |
| Высота растений, см | 146,77 | 323,87 | 12,26 | 1,18 | 2,20 |
| Высота прикрепления початка, см | 53,53 | 90,41 | 17,76 | 5,43 | 3,69 |
| Количество листьев на основном стебле, шт. | 14,60 | 1,27 | 7,73 | 0,12 | 0,82 |
| Влажность зерна при уборке, % | 24,53 | 8,76 | 12,06 | 0,14 | 0,57 |
| Повреждение кукурузным мотыльком, % | 3,10 | 8,83 | 95,70 | 0,36 | 11,59 |
| Ламкость стебля, % | 1,72 | 8,59 | 169,75 | 0,36 | 20,84 |
| Полегание стебля, % | 2,64 | 17,85 | 160,01 | 0,52 | 19,68 |

Относительно урожайности, статистические характеристики указывают на то, что дисперсия ($S^2=0,68$) низкая, а значит инбредные линии, входящие в коллекцию, мало реагируют на колебания условий выращивания изменением урожайности. В то же время коэффициент вариации, составляет 22,28 % указывая, что между отдельными инбредными линиями есть разница и ее следует оценить более подробно. В то же время небольшое ($V=4,96$ %) варьирование продолжительности периода от всходов до полной спелости и количества листьев на основном стебле ($V=7,73$ %), что указывает на выравнивание коллекции по этим показателям. Относительно дисперсии, то в первом случае измен-

чивость продолжительности вегетации была выше ($S^2=32,79$), чем во втором ($S^2=1,27$). Очевидно, такая низкая изменчивость количества листьев на основном стебле подтолкнула многих авторов использовать этот показатель для сравнительной оценки скороспелости кукурузы. Этот критерий можно считать более надежным в случаях генетического полиморфизма исходного материала, по происхождению.

Относительно родственных линий вполне возможно руководствоваться также и критериям ФАО [7, 8]. Небольшая вариабельность показателей влажности зерна при уборке ($S^2=8,76$; $V=12,6\%$) свидетельствует о перспективах данного критерия, как дополнительного, в оценке уровня скороспелости исследуемого селекционного материала. Высокие значения коэффициентов вариации и высокая экспрессивность признаков «высота прикрепления початка» и «высота растения» подтверждает значительную фенотипическую и генотипическую разнообразность исходного материала по этим признакам. Наблюдалась значительная вариация по признакам «повреждения кукурузным мотыльком», «полеганию стебля» и «ломкость стебля» в зависимости от генотипа и погодных условий года.

Характеризуя инбредные линии индивидуально, мы видим (табл. 2), стабильность проявления признака урожайность зерна наименее изменчивой ($V=7,90\%$) в инбредной линии №115.

Таблица 2. Вариабельность признаков изученных инбредных линий кукурузы, 2016–2019 гг.

| Инбредная линия | Коэффициент вариации признаков V, % | | | | | |
|-----------------|-------------------------------------|---|---------------------------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------|
| | урожайность | период вегетации „всходы–полная спелость” | количество листьев на основном стебле | влажность зерна при уборке | высота растений | высота закладки початка |
| №7 | 30,47 | 3,65 | 4,01 | 15,26 | 16,45 | 28,76 |
| №125 | 10,18 | 1,49 | 3,78 | 7,11 | 9,43 | 10,03 |
| №44 | 23,07 | 2,09 | 2,64 | 7,38 | 15,10 | 28,94 |
| №273 | 20,18 | 2,56 | 0,78 | 2,51 | 19,36 | 28,20 |
| №73 | 15,66 | 1,88 | 1,84 | 7,00 | 21,26 | 28,16 |
| №115 | 7,90 | 3,71 | 2,38 | 4,28 | 15,56 | 23,11 |
| №337 | 11,99 | 2,00 | 1,44 | 6,79 | 14,55 | 22,14 |
| №331 | 23,33 | 2,09 | 0,93 | 6,54 | 6,27 | 5,74 |
| №053 | 16,04 | 2,23 | 2,77 | 3,60 | 10,22 | 26,44 |
| №489 | 29,62 | 3,04 | 3,62 | 8,63 | 13,78 | 25,82 |
| №260 | 15,48 | 1,99 | 1,88 | 10,19 | 11,46 | 22,03 |
| №346 | 19,78 | 1,61 | 3,20 | 7,23 | 12,01 | 27,18 |
| №333 | 12,72 | 1,60 | 2,13 | 5,46 | 9,30 | 16,13 |
| №324 | 13,28 | 4,86 | 2,70 | 6,90 | 7,88 | 12,89 |
| №32 | 16,92 | 1,54 | 0,97 | 4,74 | 3,96 | 11,10 |

Близок к пределу незначительного варьирования был показатель в инбредной линии №125 – $V=10,18\%$. По методике В. А. Ещенко с соавторами [9] варьирования условно считают незначительным, если коэффициент варьирования составляет до 10 %, средним – 10–20, значительным – более 20 %. Учитывая указанные критерии, этот показатель инбредной линии №125 можно считать почти незначительным.

Остальные линии под влиянием условий окружающей среды имели более изменчивый показатель варьирования.

Наибольшие коэффициенты вариации по урожайности наблюдали в инбредных линиях №273, №331, №489 и №7. Значительные показатели вариабельности свидетельствуют о недостаточной стабильности указанных инбредных линий, а значит недостаточный гомеостаз. Такие линии могут использоваться при создании гетерозисных гибридов интенсивного типа для выращивания в условиях близких к оптимальным. Все изученные инбредные линии по показателям период вегетации и количество листьев на основном стебле имели незначительную изменчивость до пяти процентов.

Наименьшее значение по признаку продолжительность вегетационного периода имели инбредные линии: №125, №32, №333, №346, №73 и №260, а для признака количества листьев на основном стебле – линии №273, №331, №32, №337, №73 и №260 подтверждая то, что эти признаки достаточно устойчивы и мало зависящие от условий окружающей среды. Большинство инбредных линий характеризуются стабильностью по признаку влажность зерна. Использование таких инбредных линий дает возможность успешно проводить семеноводство инбредных линий, зерно которых способно быстро терять влагу при созревании в различных погодных условиях года. Инбредные линии №7 и №260, которые соответственно имели коэффициенты вариации $V=15,26$ и $V=10,19$ % принадлежат к группе со средним варьированием потому, что коэффициент варьирования этого признака в обоих инбредных линий превышал десятипроцентный рубеж. По высоте растений и высотой прикрепления нижнего хозяйственно пригодного кочана можно оценивать пригодность растений кукурузы к механизированному выращиванию и сбору урожая. Поэтому важно знать реакцию исследуемого генотипа на условия переменных метеорологических факторов, в частности на недостаток почвенной и воздушной влаги. По высоте растения в составе отобранных инбредных линий из коллекции кафедры генетики, селекции растений и биотехнологии Уманского национального университета садоводства (Украина) лишь одна линия – №73, характеризовалась значительным варьированием. Большинство изученных инбредных линий были отнесены к группе со средним варьированием с коэффициентами $10,22-19,36$ %, а инбредные линии №32, №331, №324, №333 и №125 составляют группу с незначительным варьированием по высоте. Значительные колебания по признаку высота растений в нашем опыте было обнаружено в инбредной линии №73 ($V=21,26$ %), что можно объяснить зависимости от условий окружающей среды. Полученные нами данные также указывают на то, что высота прикрепления початка инбредных линий исследуемой коллекции есть более изменчивым показателем, чем высота растения. Показатель коэффициента вариации высоты прикрепления нижнего хозяйственно пригодного початка в $66,6$ % инбредных линий (№7, №44, №273, №73, №115, №337, №053, №489, №260, №346) от общего количества превышал 20 %, что является довольно значительным варьированием признака. Характеризуя отдельные линии, можно видеть, что незначительное варьирование по признаку высота закладки кочана установлена в инбредной линии №331 – $V=5,74$ %. Это свидетельствует о большой стабильности указанной линии по данному показателю. Средним варьированием характеризовались линии №125, №32, №324 и №333 – $V=10,03-16,13$ %.

Итак, высота прикрепления нижнего хозяйственно ценного кочана зависит от биологических особенностей генотипа, однако в большей степени является зависимой от условий выращивания. Наиболее стабильной по годам в опыте можно отметить инбредных линий №331, которая по всем признакам, кроме урожайности, имела коэффициент варьирования не более 10 %, что свидетельствует о ее стабильности. Хотя признак урожай зерна относится к главным признакам хозяйственно ценного комплекса инбредных линий № 331 может быть использована при создании гетерозисных гибридов интенсивного типа несмотря на $V=23,33$ %. Ведь такое значительное варьирование может быть объяснено чрезвычайными условиями одного года.

Заключение

В наших исследованиях проведенных за четыре года заслуживают внимания такие инбредные линии как №125, №115, №337, №333 и №324, которые сочетают высокую и среднюю стабильность по основным признакам хозяйственно-ценного комплекса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кукуруза на орошаемых землях юга Украины / Ю. О. Лавриненко [и др.]. – Херсон: Айлант, 2011. – 468 с.
2. Цыков, В. С. Вопросы повышения конкурентоспособности производства зерна и семян кукурузы в рыночных условиях / В. С. Цыков, В. С. Рибка, В. І. Альохин // Бюллетень Института зернового хозяйства Бюллетень Института зернового хозяйства. – Днепропетровск, 1999. – № 8. – С. 55–59.
3. Опалко, А. И. Селекция плодовых и овощных культур: учебник / А. И. Опалко, Ф. А. Запличко. — К.: Высшая школа., 2000. – 440 с.
4. Паламарчук, В. Д. Оценка самоопыленных линий кукурузы для создания гибридов пригодных к механизированному возделыванию и уборке: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. 06.01.05 / В. Д. Паламарчук Ін-т сахарної свекли УААН. – К., 2007. – 20 с.
5. Генетика с основами селекции / С. І. Стрельчук [и др.]. – К.: Фитоцентр, 2000. – 292 с.
6. Тоцький, В. М. Генетика: 2-е вид. / В. М. Тоцький. – Одеса: Астропринт, 2002. – 712 с.
7. Гурьев, Б. П. Селекция кукурузы на раннеспелость / Б. П. Гурьев, И. А. Гурьева. – М., 1990. – 163 с.
8. Кулешов, Н. Н. Число листьев как показатель длины вегетационного периода у кукурузы / Н. Н. Кулешов // Труды по прикл. бот., ген. и селекции ВИР. – 1931. – Т. 27. – Вып. 2. – С. 476–487.
9. Основы научных исследований: учебник / В. А. Ещенко [и др.]. – К.: Действие, 2005. 288 с.