КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ КУКУРУЗЫ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ЗАСУХЕ

COMPREHENSIVE EVALUATION OF MAIZE VARIETIES FOR DROUGHT RESISTANCE

CZU: 633.15:632.112 **https://doi.org/10.59295/spd2025e.23**

Елена БЫЛИЧ
ORCID: 0000-0002-2360-5518
E-mail: elena.bilici@sti.usm.md
Молдавский государственный университет, Кишинэу, Республика Молдова

Summary. *This article presents the results of an evaluation of drought resistance in local maize varieties. The field experiments were conducted under natural conditions, with yield serving as the primary evaluation criterion. In laboratory conditions, drought resistance was assessed at early stages of ontogeny using a 20% solution of PEG 6000. The plant material included four mid-early and four mid-late local maize varieties from the collection of the Plant Genetic Resources Laboratory of the IGPPP, MSU. The climatic conditions of 2024 allowed for effective testing of drought resistance, as water deficit stress was particularly pronounced during the flowering and grain-filling stages. In field trials, the yield obtained without irrigation was used as the key indicator of drought resistance. A positive correlation (r = 0.5) was observed between drought resistance in mid-early varieties under both natural and controlled (laboratory) conditions.*

Keywords: *correlation, drought, local varieties, maize, resistance.*

ВВЕДЕНИЕ

Недостаток воды в почве наносит больший урон растениеводству, чем все остальные стрессовые факторы, вместе взятые. По оценкам ФАО, засуха привела к прямым потерям в размере 29 миллиардов долларов США сельскому хозяйству развивающихся стран с 2005 по 2015 год [1].

Существует множество методов оценки засухоустойчивости растений, среди которых можно выделить полевые, лабораторные, вегетационные. Прямая оценка засухоустойчивости в поле при всей ее объективности требует многолетних наблюдений. Однако засуха бывает не каждый год, изменяются также ее продолжительность и сроки наступления. Для ускорения селекционного процесса в последнее время все чаще прибегают к косвенной оценке засухоустойчивости с помощью лабораторных физиологических методов. Особый интерес представляют методы ранней диагностики на семенах и проростках, поскольку они позволяют проводить оценку круглый год и анализировать большое количество селекционного материала [2].

Поскольку засуха является полимерным признаком, фенотипирование признаков устойчивости к засухе требует много времени и ресурсов, требуя многолетних испытаний в нескольких местах для точного воспроизведения сопряженных признаков [3]. В условиях стресса, вызванного засухой, прямой отбор по урожайности часто неэффективен. Практика контролируемых засухой сред и исследование вторичных признаков оказалась эффективной для точного фенотипирования с целью улучшения характеристик, связанных с устойчивостью к засухе. Косвенный отбор по вторичным признакам с более высокой наследуемостью и генетической корреляцией становится более эффективным, чем прямой отбор. Признаки, связанные с ранней энергией прорастания, архитектурой корней, временем цветения, устьичной проводимостью, концентрацией АБК, осмотической регулировкой и сохранением зеленого цвета и т. д., являются потенциально подходящими вторичными признаками для анализа [4].

Целью исследований являлось тестирование двух групп (среднеранних и среднепоздних) сортов кукурузы по толерантности к засухе в полевых условиях, используя в качестве критерия компоненту продуктивности, а также лабораторным методом с использованием осмотика ПЭГ 6000.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве материала для исследования служили четыре среднеранних местных сорта кукурузы (Moldovenesc galben CP145 Moldovenesc galben CP223, Local CP227 и Moldovenesc CP 229), четыре среднепоздних (Moldovenesc galben CP166, Semidentata CP 201, MDI01388 и Semidentata CP 224), входящие в состав коллекции лаборатории Генетических ресурсов растений ИГФЗР Молдавского государственного университета.

Для определения влияния осмотического стресса на прорастание семян использовали ПЭГ 6000 в концентрации 20% (предварительно определяли оптимальность концентрации). Критерием оценки служили параметры прорастания семян в растворе осмотика в сравнении с контролем (ОПП), а также показатель роста (ПР) или суммарная длина корней и проростков, после семи дней проращивания при оптимальной температуре. Проращивали по 20 семян в трехкратной повторности.

Полевая оценка сортов проводилась на экспериментальном участке в климатических условиях 2024 года. Высеянные в первой декаде мая образцы коллекции, выращивали без ирригации, использовали общепринятую для центральной зоны Молдовы агротехнику. Закладка опытов, учеты и наблюдения проводились согласно методике полевых опытов с кукурузой [5]. Характеристика метеорологических условий сезона вегетации представлена в таблице 1, согласно данным Государственной Гидрометеорологической Службы Республики Молдова [6].

Таблица 1. Температурный режим и количество выпавших осадков по месяцам

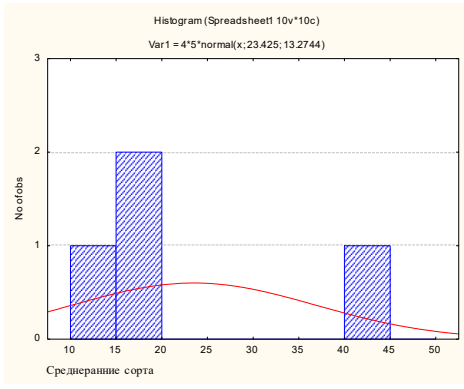
Метеоусловия периода вегетации	2024			
	май	**июнь**	**июль**	**август**
Сумма осадков, мм.	90	105	44	14
Средняя температура воздуха, ºС	16,4	22,8	26,0	25,2

Для обработки данных использовали компьютерные пакеты программ Microsoft Office и др.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ДИСКУССИИ

Основным и самым эффективным способом, во избежание потерь урожая из-за засухи, является выращивание различных по скороспелости сортов и гибридов кукурузы. Тестирование различных по скороспелости групп сортов по толерантности к дефициту влаги дает возможность выделить устойчивые генотипы, как в составе группы, так и во всей коллекции сортов кукурузы.

Лабораторный метод оценки прорастания семян в растворе осмотика (ПЭГ-6000, 20%) применяли для двух групп сортов кукурузы (среднеранние и среднепоздние). Относительный показатель прорастания семян (ОПП %), при осмотическом стрессе среднеранней группы варьировал от 13,3% - Moldovenesc galben CP209 до 42,9% - Moldovenesc galben CP145 (Рис.1). Выявлен низкий уровень (≤ 20%) данного признака у сортов Moldovenesc galben CP223 и Local CP227 и, что свидетельствует об их неустойчивости к дефициту влаги.



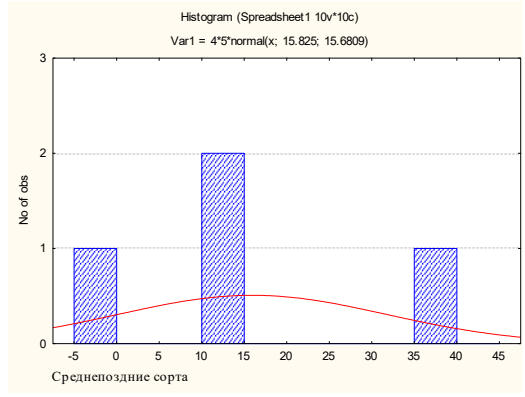
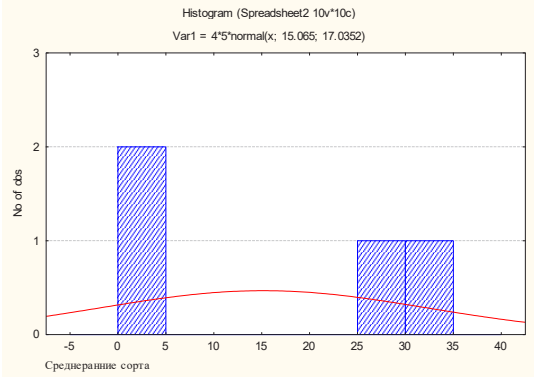


Рис.1, Рис.2 Дифференциация сортов кукурузы по прорастанию семян при осмотическом стрессе (опыт/контроль, %), в группе среднеранних (3) и среднепоздних сортов (4).

В группе среднепоздних, наиболее высоким уровнем прорастания семян в условиях стресса, характеризовался сорт MDI01388A. Варьирование ОПП по генотипам составляло от 0,2 % (Semidentata CP 224) до 36 % (MDI01388A). Депрессия

прорастания семян при осмотическом стрессе составляла в среднем 62,3% (Рис. 2). В меньшей степени был подвержен осмотическому стрессу сорт MDI01388A с 49,6% уровнем данного признака.

Сравнительный анализ изменчивости показателя роста (ПР) при воздействии осмотика выявил генотипические различия. Варьирование средних значений ПР в контроле по среднеранним генотипам составляло от 22 до 30 мм. Уровень признака в опытных вариантах существенно снижался до 0,6 - 9,4 мм или 0,02 - 32,3 % от контроля (Рис. 3). Достоверное превышение среднего значения ПР по этой группе сортов было отмечено для сортов Moldovenesc galben CP145 и Local CP227.



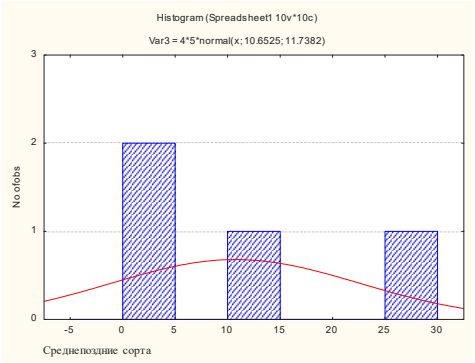
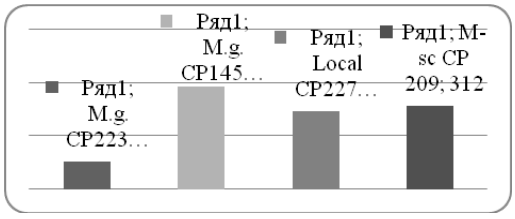


Рис. 3, Рис. 4 Дифференциация сортов по параметру роста при осмотическом стрессе (опыт/контроль, %) в группе среднеранних (3) и среднепоздних сортов (4).

У среднепоздних сортов снижение ПР варьировало в пределах 0,1 - 29,4 %, толерантность к стрессу по данному показателю проявили два сорта - MDI01388A и Semidentata CP201 (Рис. 4).

Полевая оценка образцов коллекции по засухоустойчивости была проведена в условиях, повышенного температурного режима и значительного дефицита влаги, отмечавшиеся в центральной зоне Молдовы в период июль-август 2024 года. Варьирование параметра *масса зерна с м²* делянки по среднеранним сортам составляло от 103 г - Moldovenesc galben CP 223 до 387 г - Moldovenesc galben CP145 (Рис.5). У более поздних сортов параметр варьировал в пределах 302-534 г, с превышением среднего уровня показателя у сорта Semidentata CP 224 (Рис.6).



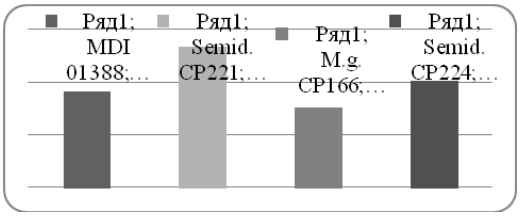
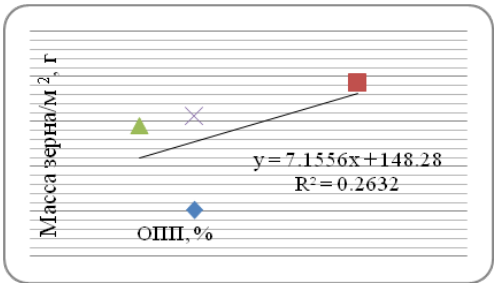


Рис.5, Рис.6 Урожай зерна кукурузы / м² в группе среднеранних и среднепоздних сортов (соответственно), г

Между урожайностью среднеранних сортов в поле и засухоустойчивостью в лабораторном эксперименте выявлена корреляционная зависимость, r = 0,51 (Рис.7).



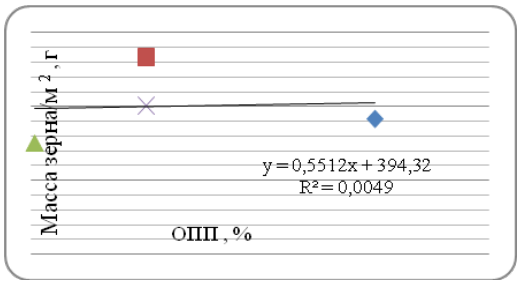


Рис. 7, Рис. 8 Корреляция урожайности с показателем устойчивости к имитированной засухе в группе среднеранних (7) и среднепоздних (8) сортов

Результаты, выявившие положительную корреляцию урожайности и уровня воздействия осмотического стресса в группе среднеранних сортов, не были столь однозначны для более поздних генотипов (Рис.8). У среднепоздних сортов эта взаимосвязь была менее значимой, r = 0,1 из-за воздействия такого фактора как повышенный уровень распространенности фузариоза початков и влияния его на урожайность.

ВЫВОДЫ

В результате лабораторной оценки местных молдавских сортов кукурузы по засухоустойчивости с применение ПЭГ 6000 на ранних этапах онтогенеза были выявлены генотипические различия. Была определена достоверная взаимосвязь с параметром урожайности (масса зерна /м²) для группы среднеранних сортов, в составе которой выделены сорта Moldovenesc galben CP145 и Local CP227 рекомендуемые для селекции в качестве источников устойчивости к засухе.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования проведены в рамках подпрограммы 011102 «Расширение и сохранение генетического разнообразия, улучшение генофонда сельскохозяйственных культур в условиях изменения климата», финансируемой министерством образования и исследований Республики Молдова.

БИБЛИОГРАФИЯ:

1. FAOSTAT. Food and Agricultural commodities production. Available online: http://www.fao.org/faostat/en/#data (accessed on 30 June 2018).

2. УДОВЕНКО, В.Г. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям: методическое руководство / М., 1988. 227 с.
3. KHADKA, K., et al. Physio-Morphological Trait-Based Approach for Breeding Drought Tolerant Wheat. Front. Plant Sci. Sec. Plant Breeding, V11, 2020, https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00715
4. ZIYOMO, C., Bernardo, R. Drought Tolerance in Maize: Indirect Selection through Secondary Traits versus Genomewide Selection. Crop Science, V53, 2013, P 1269-1275, https://doi.org/10.2135/cropsci2012.11.0651
5. Методические рекомендации по проведению опытов с кукурузой. // Днепропетровск: ВНИИ кукурузы, 1980, С. 36.
6. Serviciul Hidrometeorologic de Stat. Caracterizarea condiţiilor meteorologice şi agrometeorologice din anul 2024. Chişinău, 2024, http://www.meteo.md/.