

УДК 631.527.549

UDC 631.527.549

06.01.05- Селекция и семеноводство
(сельскохозяйственные науки)

06.01.05-Plant breeding and seed production
(agricultural sciences)

**ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ
УРОЖАЯ ЗЕРНА У НОВЫХ
ПОЗДНЕСПЕЛЫХ СОРТОЛИНЕЙНЫХ
ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ**

**STUDY OF GRAIN YIELD STRUCTURE
ELEMENTS IN NEW LATE-RIPENING HYBRID
VARIETIES OF MAIZE**

Нижимбере Жилбер
аспирант кафедры генетики, селекции и
семеноводства
SPIN-код автора: 7692-3928
gilbert.nijimbere@ub.edu.bi
*Кубанский государственный аграрный
университет имени И. Т. Трубилина, Россия, г.
Краснодар, ул. Калинина 13*

Nijimbere Gilbert
Postgraduate student of the Department of Genetics,
Breeding and Seed Production
RSCI SPIN-code : 7692-3928
gilbert.nijimbere@ub.edu.bi
*Kuban State Agrarian University named after
I.T.Trubilin, Russia, Krasnodar*

Супрунов Анатолий Иванович
Доктор сельскохозяйственных наук, профессор
кафедры селекции, генетики и семеноводства
suprunov-kniisx@mail.ru
*Кубанский государственный аграрный
университет имени И. Т. Трубилина, Россия, г.
Краснодар, ул. Калинина 13*

Suprunov Anatoly Ivanovich
Doctor in Agricultural Sciences,
Professor in the Department of Breeding, Genetics and
Seed Production
suprunov-kniisx@mail.ru
*Kuban State Agrarian University named after I.T.
Trubilin, Russia, Krasnodar*

Перед странами Африки к югу от Сахары, такими как Бурунди и Уганда, в связи с изменением климата и быстрого роста населения страны остро стоит проблема обеспечения их продуктами питания. Зерно кукурузы является одним из основных продуктов питания в этих странах. Поэтому селекция высокоурожайных позднеспелых белозерных и желтозерных сортолинейных гибридов кукурузы является весьма актуальной задачей. В сотрудничестве с Национальным центром зерна им. П.П. Лукьяненко и Научно-исследовательским институтом Уганды были созданы и изучены гибриды кукурузы в условиях Бурунди. Зерновая продуктивность гибридов в период исследований варьировала от 44,7 до 62,9 ц/га у новых белозерных сортолинейных гибридов кукурузы и от 27,6 до 48,3 ц/га у желтозерных сортолинейных гибридов кукурузы. В данной статье приводятся результаты исследований по изучению элементов структуры урожайности зерна у новых позднеспелых сортолинейных гибридов кукурузы

Sub-Saharan Africa, such as Burundi and Uganda, are facing an acute problem of food supply due to climate change and rapid population growth. Maize grain is one of the staple foods in these countries. Therefore, the breeding of high-yielding late-maturing white- and yellow-grain varietal hybrids of maize is a very urgent task. In collaboration with the Lukyanenko National Grain Center and the Uganda Research Institute, maize hybrids were created and studied under Burundian conditions. Grain yield of the hybrids during the study period ranged from 44.7 to 62.9 q/ha for the new white-grain maize varietal hybrids and from 27.6 to 48.3 q/ha for the yellow-grain maize varietal hybrids. This article presents the results of studies on the elements of grain yield structure of new late maturing varieties hybrids of maize

Ключевые слова : СОРТОЛИНЕЙНЫЕ ГИБРИДЫ,
УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА, СТРУКТУРА,
ВАРИАЦИЯ, ВЗАИМОЗАВИСИМОСТЬ

Keywords: VARIETIES, LINES, HYBRIDS, GRAIN
YIELD, STRUCTURE, VARIATION,
INTERDEPENDENCE

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-181-001>

Введение. В рамках научно-образовательной инициативы для стран Восточной Африки, разработанной Министерством образования и науки России в 2018 году в Национальном центре зерна им. П.П. Лукьяненко была подготовлена и реализована программа по созданию гибридов кукурузы для стран Восточно-Африканского региона. На основе сотрудничества между Научным центром имени П.П. Лукьяненко и Национальной организацией сельскохозяйственных исследований (NARO, Уганда) в ФГБНУ НЦЗ им. П.П. Лукьяненко была проведена работа по селекции гибридов кукурузы, адаптированных к климатическим условиям Восточной Африки.

Цель данного исследования – создать новые гибриды кукурузы и установить взаимосвязь между урожайностью зерна и элементами структуры урожая новых позднеспелых сортолинейных гибридов кукурузы.

Материалы и методика. В качестве материала для создания сортолинейных белозерных гибридов кукурузы использовались сортообразцы угандийского происхождения: Ст3/2/СМ2395①, МЛ/4/5/НЛ/2136②, КО1403/1368-7-1/СМЛ444③, 100/99СМЛ444/543④, ММЛ97/543⑤, 313/318312СМЛ/88NmL⑥, популяции Бурунди 1 и Бурунди 2 и белозерная популяция из Анголы.

Для создания позднеспелых сортолинейных желтозерных гибридов кукурузы использовали сортообразцы из генетической коллекции ВИР: К-1, К-2, К-3, К-4, К-5, К-6, К-7, К-8, К-9, К-10 и желтозерная популяция из Анголы. Работа по созданию гибридов проводилась на полях питомника института в течение 2019 года в условиях Краснодарского края.

При изучении зерновой продуктивности в Бурунди в качестве стандартов были использованы местный сорт Исега(Isega) для позднеспелых сортолинейных белозерных гибридов кукурузы и сорт

Espoir для позднеспелых сортолинейных желтозерных. На основе коллекции линий и популяции было создано 18 позднеспелых сортолинейных гибридов кукурузы, из них 8 белозерных и 10 желтозерных.

В 2020-2021 годах гибриды были высеяны в трех агроэкологических зонах Бурунди, включающих в себя хребет Конго-Нил, Центральные плато и впадина Кумосо. В данных зонах, мы провели исследование морфобиологических признаков, а также зерновой продуктивности сортолинейных гибридов кукурузы. Почвы тропические, в зависимости от характера породы в них преобладают красные или желтые почвы.

Почвы гумусовые или аллювиальные, местами эродированные, особенно на высоких горах и в районах, где земля постоянно эксплуатируется, что подчеркивает их бедность питательными веществами [1]. Высота над уровнем моря в этих агроэкологических зонах находилась в пределах от 1100 до 2500 метров, среднегодовая температура воздуха колебалась от 18°C до 23°C, а среднегодовое количество осадков достигало 1100-1800 мм. Дожди идут 9 месяцев, а сухой период длится 3 месяца с июня по сентябрь [2].

Полученные экспериментальные данные обработаны с помощью методов корреляционного, регрессионного и двухфакторного дисперсионного анализа в изложении Доспехова [5]. Для обработки и анализа полученных экспериментальных данных мы использовали статистические программы Microsoft Excel и SPSS версии 20.0.

Результаты и обсуждение. По результатам проведенных исследований нами были изучены элементы структуры урожая новых белозерных сортолинейных гибридов кукурузы.

В таблице 1 представлены результаты структуры урожая новых гибридов кукурузы обуславливающих их зерновую продуктивность возделываемых в трех агроэкологических зонах Бурунди.

Таблица 1. Элементы структуры урожая зерна у новых позднеспелых сортолинейных белозерных гибридов кукурузы по трем пунктам, Бурунди, 2020-2021 гг.

Название или формула сортолинейного гибрида	Длина початка, см	Диаметр початка, см	Кол-во рядов, шт	Кол-во зерен в ряду, шт	Масса 1000 зерен, г	урожай зерна, ц/га
ISEGA(St.)	16,4	4,7	13,7	27,9	314,7	44,0
П. Белая X Популяция Бурунди 1	17,4	4,4	13,7	31,0	322,0	54,9
Популяция Бурунди 2 X п. Белая	18,0	4,9	13,9	32,3	363,3	62,9
Ст 3/2/СМ 2 395 (1) X п. Белая	18,2	4,7	14,0	31,6	325,3	55,9
П. Белая X ML/4/5/ NL/2136 (2)	16,9	4,6	14,2	29,3	349,7	44,7
П. Белая X КО 1403/1368-7-1/CML 444(3)	17,0	4,7	14,2	30,3	320,7	53,3
П. Белая X 100/99 CML 444/543 (4)	18,2	4,8	14,1	32,3	312,7	49,6
MML 97/543 (5) X п. Белая	17,6	4,6	14,2	31,0	320,7	57,1
П. Белая X 313/318 312 CML/88 NmL (6)	17,5	4,5	13,7	31,4	310,7	45,4
X_{cp} , см.	17,5	4,7	14,0	30,8	326,6	52,0
X_{min} , см.	16,4	4,4	13,7	27,9	310,7	44,0
X_{max} , см.	18,2	4,9	14,2	32,3	363,3	62,9
S	0,6	0,1	0,2	1,4	17,9	6,5
CV, %	3,4	3,2	1,6	4,6	5,5	12,5
HCP ₀₅	1,2	0,4	0,9	4,1	50,1	12

Результаты исследований показывают, что длина початка у новых позднеспелых сортолинейных белозерных гибридов кукурузы находится в пределах от 16,4 до 18,2 см, диаметр початка от 4,4 до 4,9 см, количество рядов от 13,7 до 14,2 шт, количество зерен в ряду от 27,9 до 32,3 шт, и масса 1000 зерен от 310,7 до 363,3 гр.

По сравнению с остальными признаками, масса 1000 зерен имеет наибольший коэффициент вариации ($CV = 5,5\%$), а длина початка, диаметр початка, количество рядов, количество зерен в ряду имеют наименьшую вариацию ($CV < 5\%$).

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа показывают, что структура урожайности зерна новых позднеспелых сортолинейных белозерных гибридов кукурузы значительно отличается от стандарта (Исега), особенно по длине початка и количеству зерен в ряду.

Урожайность зерна гибридов варьировалась от 44,7 до 62,9 ц/га. Популяция Бурунди 2 X п. Белая, MML 97/543 (5) X п. Белая имела значительно более высокую урожайность зерна - 62,9 ц/га.

Также были изучены элементы структуры урожая зерна у новых позднеспелых сортолинейных желтозерных гибридов кукурузы, результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. Элементы структуры урожая зерна у новых позднеспелых сортолинейных желтозерных гибридов кукурузы по трем пунктам, Бурунди, 2020-2021 гг.

Название или формула сортолинейного гибрида	Длина початка, см	Диаметр початка, см	Кол-во рядов, шт	Кол-во зерен на ряд, шт	Масса 1000 зерн, г	урожай зерна, ц/га
Espoir(st.)	16,1	4,5	13,3	26,5	316,3	29,4
К-1 X Ж. П. Ангола	17,1	4,6	14,1	28,9	321,3	40,9
К-2 X Ж. П. Ангола	16,2	4,6	13,8	27,1	335,0	45,7
К-3 X Ж. П. Ангола	17,4	4,4	13,9	32,4	361,3	47,5
К-4 X Ж. П. Ангола	17,2	4,3	13,7	28,2	328,7	26,5
К-5 X Ж. П. Ангола	16,0	4,6	13,8	26,4	321,3	26,1
К-6 X Ж.П. Ангола	16,1	4,3	14,0	26,9	321,7	30,8
К-7 X Ж. П. Ангола	15,4	4,5	13,6	24,6	350,0	26,3
К-8 X Ж.П. Ангола	17,0	4,5	13,7	28,8	373,3	45,4
К-9 X Ж. П. Ангола	16,5	4,7	14,1	28,4	331,3	36,8
К-10 X Ж. П. Ангола	17,5	4,9	13,9	30,5	342,0	38,9
X_{cp} , см.	16,6	4,5	13,8	28,1	336,6	35,8
X_{min} , см.	15,4	4,3	13,3	24,6	316,3	26,1
X_{max} , см.	17,5	4,9	14,1	32,4	373,3	47,5
S	0,7	0,2	0,2	2,1	18,3	8,4
CV, %	4,1	4,2	1,7	7,6	5,4	23,3
HCp_{05}	2,2	0,5	0,8	5	52,2	16,3

Согласно результатам, представленным в таблице 2, длина початка варьировала от 15,4 до 17,5 см с коэффициентом вариации CV = 4,1%, диаметр початка от 4,3 до 4,9 см (CV = 4,2 %), количество рядов от 13,3 до 14,1 шт (CV = 1,7 %), количество зерен в ряду от 24,6 до 32,4 шт (CV = 7,6 %) и масса 1000 зерен варьировала от 316,3 до 373,3 гр. с коэффициентом вариации - 5,4 %. Урожайность зерна у новых позднеспелых желтозерных

гибридов кукурузы варьировала от 26,1 до 48,3 ц/га. Лучшим гибридом является сортолинейный желтозерный гибрид К-3 х Ж. П. Ангола который имел урожайность, превышающую стандарт (Исега) на 18,1 ц/га.

Изменения в структуре элементов урожайности зерна частично обусловлены различиями в условиях выращивания, которые, соответственно, приводят к вариацию урожайности зерна. Это связано с чувствительностью культуры кукурузы к водному и тепловому стрессу во время фазы цветения метелки, что может привести к уменьшению количества зерен из-за абортирования зерен в начале налива [3].

Структуру урожайности зерна также можно рассматривать как результат взаимодействия между генотипом, управлением посевами и факторами окружающей среды[5]. Все это способствует изменчивости признаков элементов структуры урожайности зерна.

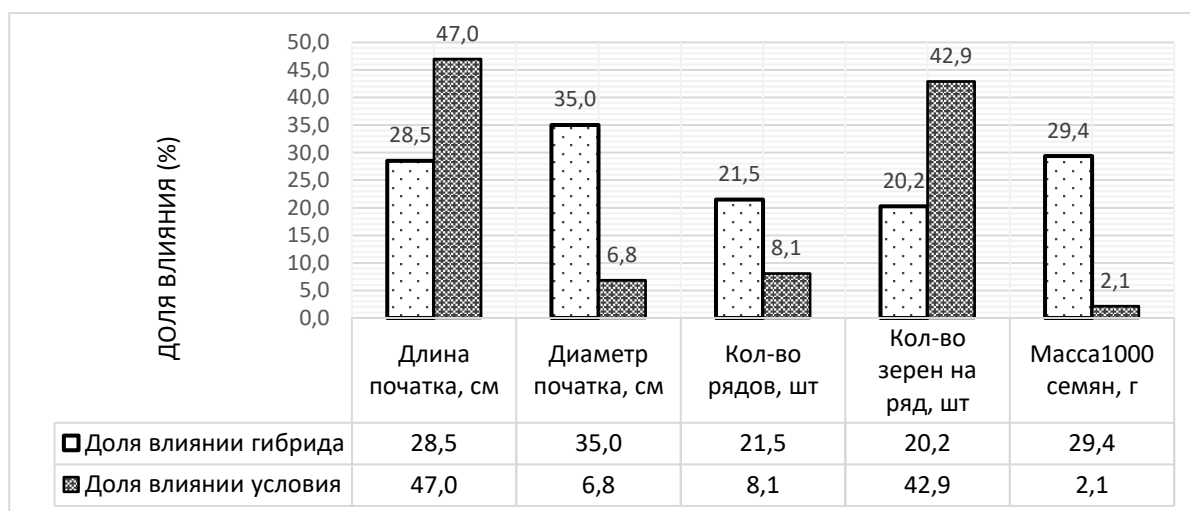


Рисунок 2. Доля влияния гибрида и условий выращивания на элементы структуры урожайности зерна у новых позднеспелых сортолинейных белозерных гибридов кукурузы, Бурунди 2020-2021 гг.

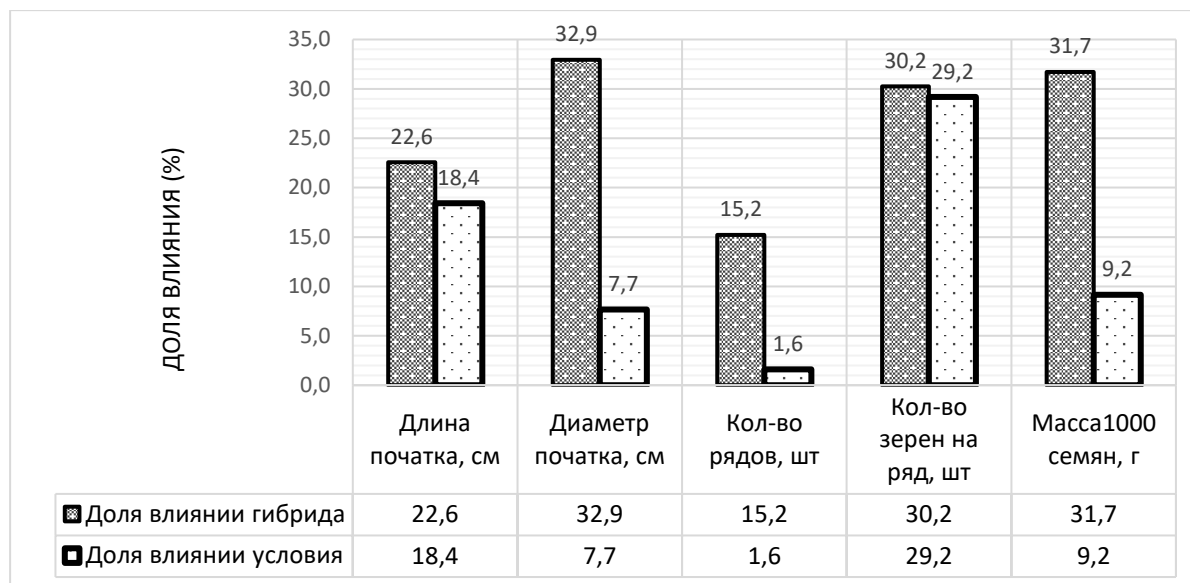


Рисунок 3. Доля влияния гибрида и условий выращивания на элементы структуры урожайности зерна у новых позднеспелых сортолинейных желтозерных гибридов кукурузы, Бурунди 2020-2021 гг.

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа, представленные на рисунке 2, показывают, что диаметр початка, длина початка, количество рядов и масса 1000 зерен у новых позднеспелых сортолинейных белозерных гибридов кукурузы в значительной степени зависят от гибрида. На формирование остальных признаков (длина початка и количество зерен в ряду) влияют условия выращивания гибрида.

Результаты других авторов показывают, что количество рядов сильно связано с генетикой гибрида и подвержено влиянию только серьезных экологических стрессов[6,7].

У новых позднеспелых желтозерных гибридов кукурузы результаты дисперсионного анализа, представленные на рисунке 3, показывают, что все элементы структуры урожайности зерна в значительной степени зависят от условий выращивания.

Урожайность зерна кукурузы обычно сильно и положительно коррелирует с количеством зерен в ряду.

В таблице 3 представлены результаты корреляции между различными признаками, изученными в данном исследовании.

Таблица 3. Корреляции между элементами структуры урожайности зерна у новых позднеспелых белозерных сортолинейных гибридов кукурузы

Признак	Длина початка, см	Диаметр початка, см	Кол-во рядов, шт	Кол-во зерен в ряду, шт	Масса 1000 семян, г
Длина початка, см	1	0,258	0,149	0,948**	0,040
Диаметр початка, см	0,258	1	0,179	0,187	0,290
Кол-во рядов, шт	0,149	0,179	1	0,108	0,263
Кол-во зерен в ряду, шт	0,948**	0,187	0,108	1	0,050
Масса 1000 семян, г	0,040	0,290	0,263	0,050	1

** . Корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).

У новых позднеспелых сортолинейных белозерных гибридов результаты корреляции Пирсона показывают, что длина початка и количество зерен в ряду имеют очень значительную корреляцию ($r = 0,948$).

В случае других пар характеристик наблюдались положительные, но низкие коэффициенты корреляции. Такие корреляции были отмечены между количеством рядов и длиной початка, массой 1000 зерен и длиной початка.

Таблица 4. Корреляции между элементами структуры урожайности зерна у новых позднеспелых желтозерных гибридов кукурузы

Признак	Длина початка, см	Диаметр початка, см	Кол-во рядов, шт	Кол-во зерен в ряду, шт	Масса 1000 семян, г
Длина початка, см	1	0,418	0,370	0,914**	0,317
Диаметр початка, см	0,418	1	0,243	0,300	-0,017
Кол-во рядов, шт	0,370	0,243	1	0,432	-0,079
Кол-во зерен в ряду, шт	0,914**	0,300	0,432	1	0,411
Масса 1000 зерен, г	0,317	-0,017	-0,079	0,411	1

** . Корреляция значима на уровне 0,01.

У новых позднеспелых сортолинейных желтозерных гибридов значительная корреляция на уровне 1% была выявлена между длиной

початка и количеством зерен в ряду. Несущественная отрицательная корреляция была обнаружена между массой 1000 зерен и количеством рядов и количеством рядов в ряду и массой 1000 зерен. Незначимая положительная корреляция была отмечена в остальных парах признаков ($r < 0,5$).

Заключение.

Структура урожая зерна у новых позднеспелых сортолинейных гибридов кукурузы значительно отличалась от стандарта, использованного в данной работе, особенно по признакам длина початка и количество зерен в ряду.

Была получена хорошая урожайность зерна у нескольких новых позднеспелых гибридов кукурузы, которые значительно превышали стандарт.

Сортолинейные гибриды и условия выращивания влияют на развитие элементов структуры урожая зерна новых позднеспелых сортолинейных белозерных и желтозерных гибридов кукурузы.

Отмечено отсутствие значительной корреляции между некоторыми признаками структуры урожая новых позднеспелых сортолинейных гибридов кукурузы.

Литература

1. Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme (2013) - Stratégie Nationale et Plan d'Action sur la Biodiversité. Bujumbura, 104 p.
2. Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme (2013) - Stratégie nationale et plan d'action de lutte contre la dégradation des sols 2011-2016. Bujumbura, 90 p.
3. Uribebarrea, M., J. Cárcova, M.E. Otegui, and M.E. Westgate. 2002. Pollen production, pollination dynamics, and kernel set in maize. *Crop Sci.* 42:1912-1918.
4. Fageria N.K., V.C. Baligar, and R. Clark. 2006. *Physiology of Growth and Yield Components in Physiology of Crop Production*. Food Products Press, an imprint of Haworth Press, Inc., Binghamton, New York. P. 61-94.

5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. - М. : Агропромиздат. - 1985. - 351 с.
6. Begna, S.H., R.I. Hamilton, L.M. Dwyer, D.W. Stewart and D.L. Smith. 1997. Effects of population density and planting pattern on the yield and yield components of leafy reduced-stature maize in a short-season area. *J. Agron. Crop Sci.* 179:9-17.
7. Abendroth, L.J., R.W. Elmore, M.J. Boyer, and S.K. Marlay. 2011. *Corn Growth and Development*. PMR 1009. Iowa State Univ. Ext., Ames, IA.

References

1. Министерство водных ресурсов, окружных сред, регионального планирования и градостроительства (2013 г.) – Национальная стратегия и план действий по сохранению биоразнообразия. Бужумбура, 104 стр.
2. Министерство водного хозяйства, окружных сред, территориального развития и городского планирования (2013 г.) – Национальная стратегия и план действий по борьбе с деградацией земель на 2011-2016 гг. Бужумбура, 90 стр.
3. Uribe Larrea M., Dzh. Karkova, M.Ye. Otegi i M.Ye. Vestgeyt. 2002. Производство пыльцы, динамика опыления и завязь семян кукурузы. *Rasteniyevodstvo.* 42:1912-1918.
4. Fageria N.K., V.K. Baligar i R. Klark. 2006. Физиология компонентов роста и урожайности в физиологии растениеводства. Food Products Press, ottisk Haworth Press, Inc., Binghamton, N'yu-York. S.61-94.
5. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospikhov. - M.: Agropromizdat. - 1985. - 351 s.
6. Begna S.K.H., Gamil'ton R.I., Duayyer L.M., Styuart D.V., Smit D.L. 1997. Vliyaniye plotnosti populyatsii i skhemy posadki na urozhaynost' i komponenty urozhaynosti oblistvennoy nizkorosloy kukuruzy v usloviyakh korotkogo sezona. *Dzh.Agron. Rasteniyevodstvo.* 179:9-17.
7. Abendrot L.Dzh., Elmor R.V., Boyyer M.Dzh., Marley S.K. 2011. Rost i razvitiye kukuruzy. PMR 1009. Universitet shtata Ayova. Ext., Eyms, shtat Ayova.