

УДК 633.15:631.527.53:631.527.541.2

ОЦЕНКА КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ В ДИАЛЛЕЛЬНЫХ СКРЕЩИВАНИЯХ ПО ВЫСОТЕ ПРИКРЕПЛЕНИЯ ПОЧАТКА

Жужукин В.И., Зайцев С.А., Волков Д.П., Гудова Л.А.

ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго
и кукурузы «Россорго», Саратов, e-mail: rossorgo@yandex.ru

В селекционной практике важное значение имеет отбор не только по признакам и свойствам исходного материала, но и по высокой комбинационной способности используемых форм. Результаты анализа комбинационной способности позволяют организовать работу с перспективными родительскими линиями, подобрать компоненты для получения новых высокогетерозисных гибридных комбинаций. В статье приводятся результаты оценки комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы по высоте заложения початка при различной густоте стояния растений (восемь вариантов от 15 до 85 тыс. раст/га). Целью исследований является установление на разнообразном исходном материале (линии кукурузы) проявления эффектов ОКС и СКС по признаку «высота прикрепления верхнего початка». В эксперимент включены 8 линий (PH26, Мк 11, Мк 130 У, РСК7, РСК 25, Ук12 Д2, Х 46, Ом 255) и гибриды F₁ (28 комбинаций), полученные по диаллельной схеме (метод 2, модель 1). В результате оценки на комбинационную способность у линии Мк 11 отмечены высокие значения ОКС и СКС, отличающиеся стабильностью в различных условиях внешней среды, что позволяет использовать линию в синтетических сортах и для выделения ценных комбинаций по данному признаку. Нецелесообразно браковать линии РСК 25, Мк 130 У, у которых наряду с низким или средним эффектом ОКС выявлена высокая дисперсия СКС, так как такие линии могут использоваться для выделения ценных комбинаций скрещиваний. Линия Х 46, имеющая низкую ОКС и невысокую дисперсию СКС, не перспективна в использовании на увеличение признака «высота заложения початка».

Ключевые слова: кукуруза, линия, комбинационная способность, ОКС, СКС, признак, высота заложения початка, дисперсионный анализ, густота стояния

EVALUATION COMBINING ABILITY OF MAIZE LINES IN DIALLEL CROSSBREEDING BY HEIGHT ATTACHING THE COB

Zhuzhukin V.I., Zaytsev S.A., Volkov D.P., Gudova L.A.

Russian Research and Design Institute of Sorghum and Maize «Rossorgo», Saratov,
e-mail: rossorgo@yandex.ru

In selection practice it is important to choose not only by characteristics and properties of the source material, but also by the high combinational ability of the forms used. The results of the analysis of combinational ability make it possible to organize work with prospective parent lines, to select components for obtaining new highly heterotic hybrid combinations. The results of the evaluation of the combinational ability of self-pollinated corn lines in the height of cob-laying at different plant density (eight variants from 15 to 85 thousand plants / ha) are given in the article. The aim of the research is to establish the effects of GCA and SCA on a variety of source material (maize line) on the basis of the "height of attachment of the upper cob". The experiment includes 8 lines (PH26, Mk 11, Mk 130 U, RSK7, RSK 25, Vk12 D2, X46, Om 255) and F₁ hybrids (28 combinations) obtained using a diallelic scheme (method 2, model 1). As a result of the evaluation of the combinational ability of the Mk 11 line, high values of GCA and SCA are noted, which are stable in various environmental conditions, that allows using the line in synthetic grades and isolating valuable combinations for this feature. It is inappropriate to discard the lines of RSK 25, Mk 130 U, which, in addition to the low or medium effect of SCA, revealed a high dispersion of SCA, since such lines can be used to isolate valuable combinations of crosses. Line X 46, which has a low GCA and low dispersion of SCA, doesn't have potential in use for increasing the sign of the «cob-laying height».

Keywords: corn, line, combinational ability, GCA, SCA, trait, cob height, variance analysis, standing density

Внедрение зональных технологий возделывания кукурузы, новых высокопродуктивных гибридов является существенным резервом, обеспечивающим максимальное использование возможностей этой культуры [1]. В селекционной практике важное значение имеет отбор не только по признакам и свойствам исходного материала, но и по высокой комбинационной способности используемых форм. Анализ результатов комбинационной способности позволяет организовать работу с перспективными

родительскими линиями и подобрать компоненты для получения новых высокогетерозисных гибридов. Наиболее полную информацию о комбинационной способности селекционных форм получают в системе диаллельных скрещиваний [2, 3].

Высота прикрепления початка является важным морфологическим признаком, определяющим технологичность уборки кукурузы на зерно. Пороговой высотой прикрепления початка при уборке кукурузы с минимальными потерями считается 50 см.

Однако для высокорослых растений высота прикрепления початка требуется относительно низкая, так как конструктивные особенности кукурузоуборочных комбайнов не позволяют без потерь проводить уборку.

Многочисленными исследованиями установлено, что высота прикрепления початка определяется общей высотой растений. В зависимости от изучаемых объектов исследований в контроле высоты прикрепления початка выявлено различное проявление генов: аддитивное, доминантное, сверхдоминирование и эпистаз [3–5].

При анализе генетической основы общей и специфической комбинационной способности предполагается отсутствие эпистаза, который состоит из аддитивного проявления генов, а также средней доминантной, а СКС определяется в основном доминированием. В случае сверхдоминирования селекция на ОКС по определённому признаку считается неперспективной, а вероятность получить положительный эффект возрастает в селекции на СКС.

Для оценки комбинационной способности используются различные методы: свободное опыление, поликросс, топкросс и диаллельные скрещивания. С целью получения наиболее точной информации о СКС используются диаллельные скрещивания. В силу значительной трудоёмкости данного метода диаллельные скрещивания применяются на завершающем этапе селекции, когда исходный материал после предварительных и контрольных отборов включается в программы гибридизации. ОКС в меньшей степени зависит от варьирования условий окружающей среды, а для получения надёжной оценки СКС испытания проводятся в большем числе пунктов и в течение более длительного периода.

В условиях Нижнего Поволжья урожайность зерна гибридов кукурузы определяют в основном верхние початки. В случае образования второго початка, он, как правило, менее продуктивный и отстает в скорости снижения влажности зерна, что сдерживает начало уборки. Для оптимизации уборочных работ в сельскохозяйственном производстве предпочтение отдают однопочатковым высокоурожайным гибридам кукурузы, обеспечивающим синхронность уборки и сушки зерна [6].

Цель исследования: установление на разнообразном исходном материале (линий кукурузы) проявления эффектов ОКС и СКС по признаку «высота прикрепления верхнего початка».

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на территории Саратовской области, г. Саратов, поля ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Климат региона характеризуется как резко континентальный и суровый. Гидротермический коэффициент (ГТК) во влажные годы – 1,20–1,45; в средневлажные – 0,70–0,95 и засушливые – 0,60–0,68. Среднегодовая сумма осадков – 360–455 мм.

Почва опытного участка – чернозем южный малогумусный среднемощный тяжело-суглинистый. В пахотном слое содержание гумуса (по Тюрину) составляет 3,80–4,60%, общего азота – 0,17–0,22%, валового фосфора – 0,11–0,14%, калия – 1,10–1,38%, подвижного фосфора (по Мачигину) – 18,0–22,0 мг/кг, обменного калия (по Мачигину) – 280,0–320,0 мг/кг почвы; рН близка к нейтральной (рН_{сол} – 6,1; рН_{водн} – 7,0); сумма поглощенных оснований – 38,0–41,0 мг-экв/100 г почвы. Плотность почвы составляет 1,20–1,32 г/см³, наименьшая влагоемкость (НВ) слоя 0–30 см – 101,1 мм, слоя 0–100 см – 295,6 мм, влажность устойчивого завядания растений (ВУЗ) – 36,3; 151,4 мм соответственно.

Изучение комбинационной способности при различной густоте растений проводилось в 2016–2017 гг. В эксперимент включены гибриды, полученные по диаллельной схеме и их родительские линии (метод 2, модель 1 Гриффинга). Повторность – трехкратная. Учетная площадь делянки 7,7 м²; длина делянки 5,5 м. Густота стояния растений (15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85 тыс. растений/га) формировалась вручную в фазу 3–5 листьев. Агротехника в опыте – зональная, разработанная в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Для проведения учетов, наблюдений и оценки эффекта ОКС и дисперсии СКС изучаемых линий использовались соответствующие методики [4–6].

Агротехника возделывания включала вспашку (на 23 см), весеннее боронование (БЗСС-1), культивацию (КПС-4), посев кассетной сеялкой СКС-6-10, 2 междурядные обработки (КРН-2,8). Под предпосевную культивацию вносили гербицид гезагард (3,0 л/га), а в фазу 3–5 листьев – препарат Титус (40 г/га) + Тренда 90 (200 мл/га) (опрыскиватель ОНШ-600). Расход рабочей жидкости – 200 л/га.

Результаты исследования и их обсуждение

Дисперсионный анализ комбинационной способности линий кукурузы по высоте прикрепления початка при различном

количестве растений на 1 га позволил рассчитать средние квадраты (табл. 1). Отношения средних квадратов ОКС и СКС более 1, что указывает на преобладание аддитивных эффектов генов в контроле признака. Абсолютные значения средних квадратов ОКС несколько снижаются с увеличением густоты стояния, что свидетельствует о высокой наследуемости признака и о преобладающем влиянии генетической системы.

Исходя из результатов анализа данных диаллельной схемы, в 2016 г. отрицательными низкими значениями эффектов общей комбинационной способности (ОКС) по признаку «высота прикрепления початка»

характеризуется линия Х 46, а положительными высокими эффектами ОКС – линия Мк 11 (табл. 2). В 2016 г. выявлены нестабильные значения ОКС у линий Мк 130У, Ук12Д2, РСК 7. В 2017 г. низкие эффекты ОКС выявлены у линий РН 26, Х 46, Ом 255, высокие – Мк 130 У, Мк 11.

В 2016 г. относительно низкие значения дисперсии СКС отмечены у линий Ом 255, Х 46, а высокие – Ук 12 Д 2, Мк 130 У, Мк 11 (табл. 3). В 2017 г. относительно низкой дисперсией СКС характеризовались линии РН 26, Ук 12 Д 2, Ом 255, Х 46, а высокие значения дисперсии СКС отмечены у линий Мк 11, РСК 25.

Таблица 1

Дисперсионный анализ комбинационной способности по высоте початка растений

Средний квадрат	Число растений, тыс. шт/га							
	15	25	35	45	55	65	75	85
ОКС	156,9	122,1	91,6	140,2	91,4	107,1	103,1	98,2
	118,9	114,8	124,1	104,8	95,0	97,0	100,0	85,8
СКС	48,0	42,4	43,1	45,6	26,5	26,7	31,2	43,5
	52,5	46,1	29,0	32,2	28,5	33,3	27,3	28,4
ОКС/СКС	3,27	2,88	2,13	3,07	3,45	4,01	3,30	2,26
	2,26	2,49	4,28	3,25	3,33	2,91	3,66	3,02

Примечание. Числитель – эффект ОКС по высоте початка, 2016 г., знаменатель – эффект ОКС по высоте початка, 2017 г.

Таблица 2

Эффекты ОКС по высоте початка растений самоопыленных линий кукурузы

Линия	Число растений, тыс. шт/га							
	15	25	35	45	55	65	75	85
РН26	-1,97	-3,11	0,84	2,13	1,38	1,49	1,03	-0,23
	-2,75	-3,06	-3,29	-3,21	-2,22	-1,77	-2,10	-2,18
Мк 130 У	-0,62	1,80	-0,63	3,37	1,74	2,63	2,80	3,20
	4,91	5,36	3,77	2,34	3,30	3,19	1,93	2,00
Мк 11	6,64	6,20	4,87	4,76	4,82	5,30	5,07	4,79
	2,46	1,44	4,24	4,70	4,03	3,93	4,47	4,05
Ук12Д2	2,76	1,82	2,68	-0,27	0,54	-0,89	-0,34	0,35
	-0,82	-1,28	-1,46	-0,89	-0,54	0,11	0,28	1,06
РСК 25	0,54	0,38	0,77	0,06	-2,05	-2,77	-2,48	-1,78
	2,19	1,22	1,20	1,62	1,38	1,57	2,27	1,81
Ом 255	-2,46	-1,51	-2,40	-1,25	-1,28	-0,62	-0,94	1,24
	-1,22	-0,50	-0,92	-0,76	-2,62	-3,87	-3,12	-2,75
Х46	-6,66	-5,35	-4,93	-7,50	-5,45	-5,36	-5,50	-4,77
	-6,07	-5,58	-5,85	-5,38	-4,82	-4,47	-5,02	-4,73
РСК 7	1,77	-0,21	-1,20	-1,29	0,31	0,22	0,37	-2,81
	1,29	2,38	2,30	1,57	1,48	1,31	1,29	0,75
F _{факт}	17,2*	6,9*	9,2*	14,5*	7,0*	9,9*	13,1*	8,2*
	18,5*	26,7*	78,9*	35,9*	45,4*	46,0*	49,2*	42,4*
НСР (ОКС линий)	3,80	5,31	3,98	3,92	4,54	4,13	3,53	4,35
	3,19	2,61	1,58	2,15	1,82	1,83	1,79	1,79

Примечание. Числитель – эффект ОКС по высоте початка, 2016 г., знаменатель – эффект ОКС по высоте початка, 2017 г.

Таблица 3

Дисперсия СКС по высоте початка самоопыленных линий кукурузы

Линия	Число растений, тыс. шт/га							
	15	25	35	45	55	65	75	85
РН26	<u>27,38</u> 7,88	<u>42,63</u> 12,51	<u>24,29</u> 13,65	<u>28,30</u> 14,14	<u>21,51</u> 6,87	<u>16,83</u> 6,61	<u>12,51</u> 12,42	<u>24,62</u> 12,32
Мк 130 У	<u>47,04</u> 17,76	<u>16,84</u> 20,22	<u>24,54</u> 15,24	<u>49,68</u> 19,85	<u>16,27</u> 19,11	<u>13,49</u> 23,25	<u>28,37</u> 21,79	<u>43,82</u> 19,99
Мк 11	<u>47,46</u> 82,98	<u>40,43</u> 47,36	<u>35,28</u> 29,52	<u>47,20</u> 34,43	<u>16,58</u> 29,54	<u>23,06</u> 40,35	<u>27,80</u> 25,86	<u>44,86</u> 37,96
Ук12Д2	<u>61,75</u> 8,96	<u>50,83</u> 12,43	<u>67,83</u> 7,71	<u>50,21</u> 8,38	<u>24,82</u> 9,06	<u>29,62</u> 9,65	<u>29,91</u> 8,59	<u>29,16</u> 10,16
РСК 25	<u>30,00</u> 89,27	<u>41,02</u> 47,00	<u>37,39</u> 38,87	<u>41,47</u> 38,10	<u>25,52</u> 32,63	<u>30,44</u> 37,70	<u>25,06</u> 24,54	<u>21,80</u> 36,33
Ом 255	<u>36,77</u> 4,96	<u>18,14</u> 8,00	<u>12,75</u> 8,07	<u>16,55</u> 11,70	<u>11,88</u> 10,37	<u>15,03</u> 9,52	<u>19,61</u> 6,57	<u>16,28</u> 3,95
Х46	<u>34,93</u> 9,41	<u>25,80</u> 13,62	<u>30,80</u> 13,29	<u>10,60</u> 10,79	<u>9,23</u> 9,88	<u>5,79</u> 13,20	<u>8,04</u> 12,62	<u>5,48</u> 11,79
РСК 7	<u>34,42</u> 13,01	<u>54,19</u> 19,05	<u>23,68</u> 10,10	<u>25,76</u> 19,50	<u>35,18</u> 21,51	<u>22,14</u> 28,50	<u>26,48</u> 23,50	<u>35,07</u> 29,74
F _{факт}	<u>5,3*</u> 8,2*	<u>2,4*</u> 10,7*	<u>4,3*</u> 18,4*	<u>4,7*</u> 11,0*	<u>2,0*</u> 13,6*	<u>2,5*</u> 15,8*	<u>4,0*</u> 13,5*	<u>3,6*</u> 14,0*

Примечание. Числитель – дисперсия СКС по высоте початка, 2016 г., знаменатель – дисперсия СКС по высоте початка, 2017 г.

Для выявления лучших конкретных комбинаций были вычислены константы специфической комбинационной способности линий кукурузы по высоте прикрепления верхнего початка. Анализ показал определенную тенденцию проявления эффекта СКС в некоторых комбинациях.

В годы исследований эффекты СКС у гибридов кукурузы варьировали. В комбинациях РСК 7 / РСК 25, РСК 25 / Мк 130 У в 2016 г. отмечен высокий эффект СКС, но в 2017 г. они характеризовались низкими значениями. Относительная стабильность значений эффектов СКС отмечена у гибридов Ук 12 Д 2 / Мк 11, РСК 7 / Мк 130 У.

Генетический контроль признака «высота прикрепления початка» отражен различными авторами в публикациях. Однако, поскольку признак очень сложный, то и информация достаточно противоречива [2–5]. Значения генетического компонента «D», который характеризует аддитивное действие генов, в 2016 г. невысокие и только в двух случаях из восьми существенны, в 2017 г. достоверная аддитивность зарегистрирована во всех вариантах (табл. 4). Значения компонента F в большинстве случаев (87,5%) несут существенны, что свидетельствует о примерно равном соотношении рецессивных и доминантных генов.

Абсолютные значения компонента H_1 варьируют в 2016 г. и не выявлено определенной зависимости от густоты стояния растений. В 2017 г. значения компонента доминирования H_1 во всех вариантах значимы. Отношение $\sqrt{H_1/D}$ в 87,5% вариантах больше 1, что свидетельствует о положительной роли сверхдоминирования в контроле высоты прикрепления початка. Отношение H_1/H_2 во всех вариантах незначительно отличается от максимального (0,25), что указывает на равномерное распределение аллелей с отрицательными и положительными эффектами. Число групп генов, контролирующих высоту прикрепления початка и проявляющих доминирование, варьирует от 1 до 4. Проявляется определенная закономерность: в более благоприятных условиях 2017 г. во всех вариантах увеличивается количество генов, контролирующих проявление высоты прикрепления початка.

Влияние эпистатического взаимодействия генов проявляется в опыте с частотой 14,1%, доминирования – 15,6%, аддитивности – 70,3%. Наиболее часто эпистаз проявляется в скрещиваниях с участием линий Мк 11, РСК 25. У некоторых линий (РН 26, Мк 130 У, Ом 255) не установлено проявление эпистаза в контроле высоты прикрепления початка.

Таблица 4

Компоненты генетической дисперсии по высоте початка растений
самоопыленных линий кукурузы

Компонент	Густота стояния, тыс. растений/га							
	15	25	35	45	55	65	75	85
D	25,75* 67,46*	21,32 83,84*	15,00 57,84*	27,66 51,86*	4,83 34,84*	15,36 37,07*	26,63* 21,26*	13,50 60,18*
F	2,40 30,06	-8,39 8,79	0,42 15,73	-30,23 30,44*	-34,35 9,55	-0,42 8,57	-7,16 -3,81	3,09 30,20*
H ₁	142,80* 52,71*	61,48 68,40*	121,20* 66,79*	121,46* 83,38*	43,87 72,34*	66,46 77,21*	87,26* 67,04*	117,49* 60,93*
H ₂	121,98* 48,51*	56,39* 69,74*	113,03* 58,85*	117,61* 72,19*	46,25 67,11*	50,33 71,70*	79,09* 66,98*	111,20* 53,05*
h	19,01 163,34*	41,95* 201,04*	118,93* 188,15*	142,99* 126,13	47,09* 154,61*	80,81* 176,02*	112,01* 125,14*	124,69* 124,38*
E	21,67* 14,61*	22,50* 12,39*	25,90* 6,04*	29,69* 5,35*	38,78* 6,73*	28,69* 6,51*	22,66* 7,31*	28,46* 4,34*
fr PH26	43,63 -8,94*	15,45 7,29*	-32,23 6,64*	12,54 0,54	1,95 -8,75	-6,43 22,20	-17,31 0,97	-68,03 56,53*
fr МК 130 У	-115,5* 21,59	-22,60 17,60	-9,63 34,58	92,46 28,22	-44,76 29,46	30,80 24,92	54,10 -32,77	40,62 46,90*
fr МК 11	эпист. эпист.	42,31 эпист.	эпист. 65,23*	9,19 эпист.	23,72 эпист.	2,48 эпист.	26,32 57,46	57,06 116,97*
fr Ук12Д2	-14,00 29,20	эпист. 36,01	46,28 -25,94	-195,3* 30,37	-111,3* -13,55	эпист. -8,37	-64,54 -9,01	-62,09 23,65
fr PCK 25	17,80 128,75*	эпист. эпист.	21,48 эпист.	-104,45 96,35*	-117,1* 80,74*	-154,9* 76,20*	-69,93 эпист.	-7,30 эпист.
fr Ом 255	28,58 66,03*	3,16 53,55	58,58 25,84	16,56 20,80	8,21 14,76	77,99 -4,20	24,61 -34,48	107,48* 39,69
fr X46	-2,44 -38,18	-18,15 -87,71*	-34,71 -76,24*	2,41 -46,10	-8,26 -56,84*	58,83 56,14*	33,55 эпист.	эпист. -105,53
fr PCK 7	58,76 11,99	-70,52 25,99	-46,83 79,99*	-75,32 82,91*	-27,33 21,04	-11,64 8,98	-44,07 -5,05	-46,10 эпист.
m11-m10	2,79 6,55	3,76 7,23	5,77 6,92	6,28 5,68	4,07 6,29	4,92 6,70	5,55 5,70	5,93 5,64
$\sqrt{H_1/D}$	2,35 0,88	1,70 0,90	2,84 1,07	2,10 1,27	3,01 1,44	2,08 1,44	1,81 1,78	2,95 1,01
H ₂ /4H ₁	0,21 0,23	0,23 0,25	0,23 0,22	0,24 0,22	0,26 0,23	0,19 0,23	0,23 0,25	0,24 0,22
$\sqrt{(4DH_1) + F/\sqrt{(4DH_1)-F}}$	1,00 1,00	1,00 1,00	1,00 1,00	1,00 1,00	0,96 1,00	1,00 1,00	1,00 1,00	1,00 1,00
h/H ₂	0,16 3,37	0,74 2,88	1,05 3,20	1,22 1,75	1,02 2,30	1,61 2,45	1,42 1,87	1,12 2,34

Примечание. Числитель – компоненты генетической дисперсии по высоте початка, 2016 г., знаменатель – компоненты генетической дисперсии по высоте початка, 2017 г.

Выводы

Таким образом, самоопыленные линии и гибриды кукурузы реагируют на изменение условий возделывания, что является причиной изменчивости оценок общей и специфической комбинационной способности. В результате оценки на комбинационную способность у линии МК 11 отмечены высокие значения ОКС и СКС, отличающиеся стабильностью в различных условиях внешней среды, что позволяет использовать линию в синтетических сортах

и для выделения ценных комбинаций по данному признаку. Нецелесообразно брать линии PCK 25, МК 130 У, у которых наряду с низким или средним эффектом ОКС выявлена высокая дисперсия СКС, так как такие линии могут использоваться для выделения ценных комбинаций. Линия X 46, имеющая низкую ОКС и невысокую дисперсию СКС, не перспективна в использовании на увеличение признака «высота заложения початка».

Использование диаллельного анализа позволило провести оценку эксперимен-

тального материала самоопыленных линий кукурузы, включенных в рабочую коллекцию по созданию раннеспелых синтетических популяций и гибридов, пригодных для современной технологии возделывания в Нижневолжском регионе. Разрешающая способность метода оценки комбинационной способности позволила объективно оценить перспективность использования конкретных инцухт-линий кукурузы в селекции на оптимальную высоту прикрепления верхнего початка.

Список литературы / References

1. Жужукин В.И., Горбунов В.С., Зайцев С.А., Волков Д.П. Совершенствование методических подходов в селекции среднеранних гибридов кукурузы в Нижнем Поволжье // *Зерновое хозяйство России*. 2017. № 5. С. 25–29.
2. Zhuzhukin V.I., Gorbunov V.S., Zaytsev S.A., Volkov D.P. The improvement of breeding methods of middle-maturing hybrids of maize in Nizhnee Povolzhye // *Grain Economy of Russia*. 2017. № 5. P. 25–29 (in Russian).
3. Гульяшкин А.В., Чуйкин П.В., Анашенков С.С. Оценка комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы с различной генетической // *Селекция. Семеноводство. Технология возделывания кукурузы: материалы научно-практической конференции. Пятигорск: «Кавказская здравница», 2012. С. 109–119.*
4. Gulnyashkin A.V., Chuykin P.V., Anashenkov of S.S. Otsenk of combinational ability of the new self-pollinated lines of corn with various genetic // *Selection. Seed farming. Technology of cultivation of corn: materials of a scientific and practical conference. Pyatigorsk: «The Caucasian health resort», 2012. P. 109–119 (in Russian).*
5. Орлянский Н.А., Орлянская Н.А., Зубко Д.Г. Влияние густоты стояния растений на элементы структуры урожая диаллельных гибридов кукурузы // *Селекция гибридов кукурузы для современного семеноводства: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Белгород, 2016. С. 301–313.*
6. Orlyansky N.A., Orlyanskaya N.A., Zubko D.G. Influence of density of standing of plants on elements of structure of a harvest of diallelic hybrids of corn // *Selection of hybrids of corn for modern seed farming: materials of the All-Russian scientific and practical conference. Belgorod, 2016. P. 301–313 (in Russian).*
7. Гульяшкин А.В., Варламова И.Н., Варламов Д.В. Оценка экологической пластичности и стабильности новых гибридов кукурузы // *Селекция гибридов кукурузы для современного семеноводства: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Белгород, 2016. С. 265–271.*
8. Gulnyashkin A.V., Varlamova I.N., Varlamov D.V. Otsenk of ecological plasticity and stability of new hybrids of corn // *Selection of hybrids of corn for modern seed farming: materials of the All-Russian scientific and practical conference. Belgorod, 2016. P. 265–271 (in Russian).*
9. Супрунов А.И., Ласкин Р.В., Соболева Н.П. Селекционная ценность новых раннеспелых линий кукурузы // *Селекция. Семеноводство. Технология возделывания кукурузы: материалы научно-практической конференции. Пятигорск, 2012. С. 77–85.*
10. Suprunov A.I., Laskin R.V., Soboleva N.P. Selection value of new early ripe lines of corn // *Selection. Seed farming. Technology of cultivation of corn: materials of a scientific and practical conference. Pyatigorsk, 2012. P. 77–85 (in Russian).*
11. Сотченко В.С. Перспективы возделывания кукурузы для производства высокоэнергетических кормов // *Селекция. Семеноводство. Технология возделывания кукурузы: материалы научно-практической конференции. Пятигорск, 2009. С. 12–22.*
12. Sotchenko V.S. The prospects of cultivation of corn for production of high-energy forages // *Selection. Seed farming. Technology of cultivation of corn: materials of a scientific and practical conference. Pyatigorsk, 2009. P. 12–22 (in Russian).*