

РОСТ И РАЗВИТИЕ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ПРИ РАЗНЫХ НОРМАХ ВЫСЕВА В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

Сабир Вагидович Кадыров
Михаил Юрьевич Харитонов

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

В условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона проведены исследования по определению влияния нормы высева семян на рост и развитие растений кукурузы. Исследования проведены в 2013–2015 гг. на черноземе обыкновенном среднесуглинистом, с содержанием гумуса 4,3%, pH – 5,6, суммой поглощенных оснований 22,5 мг-экв/100 г почвы и степенью насыщенности почвы основаниями – 88,9%. Использовали полевую, лабораторно-аналитический, сравнительный и математический методы исследований. Представленные результаты проведенных исследований позволяют выбрать оптимальные нормы высева семян гибридов кукурузы ранней и средней группы спелости (ФАО 180–280), возделываемых в условиях лесостепи ЦЧР. Показано, что увеличение нормы высева с 61 до 93 тыс. шт./га приводит к увеличению межфазного периода всходы – восковая спелость у гибридов (Родник 179СВ – на 4 дня, MAS 12R и AMELIOR – на 2 дня, MAS 30K – на 3 дня). С увеличением нормы высева семян уменьшается облиственность одного растения кукурузы, однако увеличивается площадь ассимиляционной поверхности листьев на 1 га. Наибольшая высота растений гибридов Родник 179СВ (217 см) и AMELIOR (214 см) была отмечена при норме высева 73 тыс. шт./га всхожих семян, а у гибридов MAS 12R (213 см) и MAS 30K (223 см) – при норме высева семян 77 тыс. шт./га. Снижение нормы высева менее 73 тыс. шт./га и, наоборот, увеличение нормы высева более 77 тыс. шт./га приводит к снижению высоты растений гибридов кукурузы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: кукуруза, гибрид, норма высева, густота растений, площадь листьев.

THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF MAIZE HYBRIDS AT DIFFERENT SEEDING RATES UNDER THE CONDITIONS OF THE FOREST STEPPE OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

Sabir V. Kadyrov
Mikhail Yu. Kharitonov

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors have studied the influence of seeding rates on the growth and development of maize plants in the conditions of forest steppe of the Central Chernozem Region. Studies were conducted in 2013–2015 on ordinary medium-loamy chernozem with humus content of 4.3%, pH of 5.6, the sum of absorbed bases of 22.5 mg×eq per 100 g of soil and the degree of soil saturation with bases of 88.9%. The utilized methods of research included the field, laboratory analytical, comparative and mathematical methods. The presented results of studies allow selecting the optimal seeding rates of maize hybrids of early and medium ripeness groups (FAO 180–280) cultivated in the conditions of forest steppe of the Central Chernozem Region. It is shown that increasing the seeding rate from 61 to 93 thousand pcs/ha leads to an increase in the germination-waxy ripeness interphase period in hybrids (by 4 days in the Rodnik 179CB, by 2 days in the MAS 12R and AMELIOR, and by 3 days in the MAS 30K). An increase in the seeding rate decreases the leafiness of one corn plant, but the area of assimilation surface of leaves per 1 ha increases. The greatest plant height was observed at the seeding rate of 73 thousand pcs/ha for the Rodnik 179CB (217 cm) and AMELIOR (214 cm) hybrids, and at 77 thousand pcs/ha for the MAS 12R (213 cm) and MAS 30K (223 cm) hybrids. A decrease in the seeding rate below 73 thousand pcs/ha or, conversely, its increase above 77 thousand pcs/ha leads to a decrease in plant height of maize hybrids.

KEYWORDS: maize, hybrid, seeding rate, plant density, leaf area.

Введение
Продуктивность гибридов кукурузы обусловлена количественными признаками, характеризующими ее габитус: высоту растений, облиственность, площадь листовой поверхности и др. [1, 4, 10]. Эти признаки определяют реакцию растений на изме-

нение условий произрастания. Рост и развитие растений кукурузы зависят от множества факторов, в первую очередь от складывающихся метеорологических условий, биологических особенностей гибридов и применяемой агротехнологии [2, 3, 6, 7].

В настоящее время увеличение производства зерна кукурузы возможно за счет подбора новых, стабильно продуктивных гибридов, отличающихся раннеспелостью, засухоустойчивостью и высоким качеством полученного урожая. Норма высева семян, при которой формируется оптимальная густота стояния растений, является одним из основных факторов, влияющих на реализацию потенциальных возможностей гибридов кукурузы [4, 8, 9]. В связи с этим в задачи проведенных исследований входило научное обоснование выбора оптимальной нормы высева семян гибридов кукурузы иностранной селекции в сравнении с отечественной, а также подбор наиболее скороспелых и продуктивных из них для возделывания на зерно в условиях лесостепи ЦЧР.

Методика эксперимента

Опыты с разными нормами высева семян гибридов кукурузы проводили на полях К(Ф)Х Котова В.В. в Бобровском районе Воронежской области по двухфакторной схеме:

- фактор А – гибриды (MAS 12R, AMELIOR, MAS 30K и Родник 179СВ);
- фактор В – норма высева семян (61, 67, 73, 77, 83, 87 и 93 тыс. шт./га).

Почвы опытного участка представлены черноземом обыкновенным среднесуглинистым. Агрохимические показатели почвы: содержание гумуса в пахотном слое – 4,3%, рН – 5,6, сумма поглощенных оснований – 22,5 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности почв основаниями – 88,9%, содержание подвижного фосфора и обменного калия – соответственно 73 и 103 мг/кг почвы.

Общая площадь делянки составляла 157 м², учетной – 120 м². Опыт закладывали методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением внутри повторений. Предшественником кукурузы была озимая пшеница.

Технология возделывания кукурузы в опыте – общепринятая для Центрального Черноземья:

- вспашка (John Deere 8310R + Lemken Euro Diamant) на глубину 25–27 см;
- культивация (John Deere 8310R + Lemken Korund 9) на глубину 8–10 см;
- внесение удобрений (осенью – безводный аммиак из расчета 1 ц/га (82 кг д.в./га), весной – аммофос 75 кг/га в физической массе при посеве и микроудобрение Рексолин (0,15 кг/га) – в подкормку);
- сев (МТЗ-1221 + Гаспардо (8 рядков);
- обработка против сорняков – гербицидом Титус Плюс (0,387 кг/га) в фазе 3–5 листьев, против стеблевого мотылька и хлопковой совки – инсектицидом Рогор-С (1 л/га) в период выметывание – цветение;
- уборка (Acros 580) поделаячно, с пересчетом на 14% влажность и 100% чистоту.

Погодные условия в период полевых исследований за 2013–2015 гг. имели отклонения от среднеголетних данных по основным показателям. Лучшие метеорологические условия для роста и развития кукурузы сложились в 2013 г. Повышенный температурный режим и недостаток влаги в межфазный период выметывание – цветение в 2014 и 2015 гг. оказались наиболее критичными для растений кукурузы.

Результаты и их обсуждение

Продолжительность вегетационного периода является важным биологическим признаком, который позволяет дифференцировать все гибриды по скороспелости. У кукурузы для характеристики длительности периода вегетации выделяют два межфазных периода: всходы – цветение и цветение – восковая спелость [5, 10].

Продолжительность вегетационного периода у изучаемых гибридов за годы исследований была различной и в большей степени зависела от показателя скороспелости.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Так, в среднем за три года исследований наиболее скороспелыми были гибриды ФАО 180: MAS 12R (102 сут.) и Родник 179СВ (104 сут.). Период вегетации гибрида AMELIOR (ФАО 240) составил 113 сут. Наиболее позднеспелым был гибрид MAS 30К (ФАО 280), вегетация которого продолжалась 122 сут. (табл. 1).

Таблица 1. Продолжительность вегетационного периода гибридов кукурузы при разных нормах высева семян (2013–2015 гг.)

Норма высева, тыс. шт./га всхожих семян	Вегетационный период (диапазон/среднее), сут.			
	Родник 179СВ ФАО 180	MAS 12R ФАО 180	AMELIOR ФАО 240	MAS 30К ФАО 280
61	99 – 105 102	95 – 104 100	109 – 115 112	117 – 122 120
67	101 – 104 102	99 – 104 101	110 – 115 112	118 – 124 120
73	102 – 105 104	98 – 103 100	110 – 118 114	120 – 125 123
77	102 – 104 103	97 – 101 99	109 – 118 113	121 – 125 123
83	102 – 106 104	101 – 103 102	113 – 116 114	119 – 124 121
87	104 – 108 106	101 – 105 103	113 – 115 114	122 – 124 123
93	105 – 107 106	100 – 106 103	112 – 116 114	122 – 124 123
Среднее по гибриду	104	102	113	122

Следует отметить, что норма высева семян оказала незначительное влияние на продолжительность вегетации всех исследуемых гибридов. Отмечена тенденция увеличения периода вегетации при увеличении нормы высева семян, особенно у скороспелых гибридов Родник 179СВ и MAS 12R.

Увеличение нормы высева с 61 до 93 тыс. всхожих семян на 1 га не оказало существенного влияния на продолжительность межфазного периода сев – всходы у всех изучаемых гибридов, которая составила 18–19 сут. (табл. 2).

Таблица 2. Продолжительность межфазных периодов гибридов кукурузы при разных нормах высева (2013–2015 гг.)

Норма высева, тыс. шт./га всхожих семян	Продолжительность межфазных периодов, сут.											
	сев – всходы	всходы – цветение	всходы – восковая спелость	сев – всходы	всходы – цветение	всходы – восковая спелость	сев – всходы	всходы – цветение	всходы – восковая спелость	сев – всходы	всходы – цветение	всходы – восковая спелость
	Родник 179СВ ФАО 180			MAS 12R ФАО 180			AMELIOR ФАО 240			MAS 30К ФАО 280		
61	18	50	94	17	51	93	18	64	104	18	65	112
67	18	53	94	18	50	93	18	64	104	18	64	112
73	18	52	96	17	53	93	18	63	106	19	65	114
77	18	53	95	17	52	92	18	64	105	19	65	114
83	18	53	96	18	53	94	18	65	106	18	66	113
87	18	53	98	18	53	95	18	64	106	19	66	114
93	18	54	98	18	53	95	18	65	106	19	65	114
г (корреляция с урожайностью)			-0,51	-	-	-0,79	-	-	0,03	-	-	-0,18

Различия в развитии растений гибридов кукурузы в зависимости от нормы высева семян начали проявляться к фазе цветения. К началу цветения растений кукурузы загущение посевов раннеспелых гибридов Родник 179СВ и MAS 12R привело к увеличению межфазного периода всходы – цветение на 2–4 сут., по среднеспелому (AMELIOR) и позднеспелому (MAS 30K) гибридам этого не наблюдалось.

К фазе восковой спелости с увеличением нормы высева семян на 1 га по всем гибридам можно отметить тенденцию роста межфазного периода всходы – восковая спелость. Так, у растений гибрида Родник 179СВ межфазный период увеличился на 4 сут., у MAS 12R и AMELIOR – на 2 сут., у растений среднеспелого гибрида MAS 30K – до 3 сут.

На начальных этапах развития растения кукурузы растут медленно. В первой половине вегетации, в течение 12–15 сут. после появления всходов, максимальный среднесуточный прирост стебля в высоту при благоприятных условиях может составлять лишь 1,0–2,5 см. За 10 сут. до фазы выметывания прирост высоты растений кукурузы достигает максимальных значений: 5–10 см/сут. После фазы цветения линейный рост в высоту кукурузы прекращается [3].

За три года исследований высота растений кукурузы в начале фазы выметывания в зависимости от нормы высева составила 81–104 см. Более высокорослыми были растения гибрида MAS 12R (104 см) при норме высева 73 тыс. шт./га, чуть ниже были растения гибрида AMELIOR (95 см) при норме высева 83 тыс. шт./га. Наибольшая высота растений среднеспелого гибрида MAS 30K (93 см) была сформирована при норме высева 87 тыс. шт./га (табл. 3).

Наибольшая высота растений (215 см) к началу фазы цветения была у растений гибрида MAS 30K на варианте с нормой высева 77 тыс. шт./га. Самыми низкорослыми (193 см) в этой фазе были растения гибрида MAS 12R при норме высева 93 тыс. шт./га.

К фазе созревания различия в высоте растений у всех гибридов в зависимости от нормы высева семян несколько уменьшились. Так, у гибридов MAS 30K и AMELIOR максимальная разница в высоте растений составила 13 см, или 6,1%.

Таблица 3. Высота растений гибридов кукурузы по фазам вегетации при разных нормах высева (2013–2015 гг.)

Норма высева, тыс. шт./га	Высота растений гибридов кукурузы по фазам вегетации, см											
	Родник 179СВ ФАО 180			MAS 12R ФАО 180			AMELIOR ФАО 240			MAS 30K ФАО 280		
	выметывание	цветение	созревание	выметывание	цветение	созревание	выметывание	цветение	созревание	выметывание	цветение	созревание
61	84	196	208	101	188	194	92	202	205	91	202	210
67	85	188	203	98	196	203	92	200	203	87	206	209
73	86	202	217	104	198	205	94	210	214	88	207	216
77	86	198	210	97	206	213	92	206	210	92	215	223
83	85	201	215	99	204	210	95	207	210	86	212	221
87	81	197	202	98	201	203	91	199	202	93	207	211
93	81	196	201	94	193	199	89	198	201	91	199	209
r (корреляция с урожайностью)			0,36	-	-	0,54	-	-	0,95	-	-	0,65

После выметывания прирост растений кукурузы резко притормаживается у всех гибридов. В проведенных исследованиях наблюдалась тенденция увеличения высоты

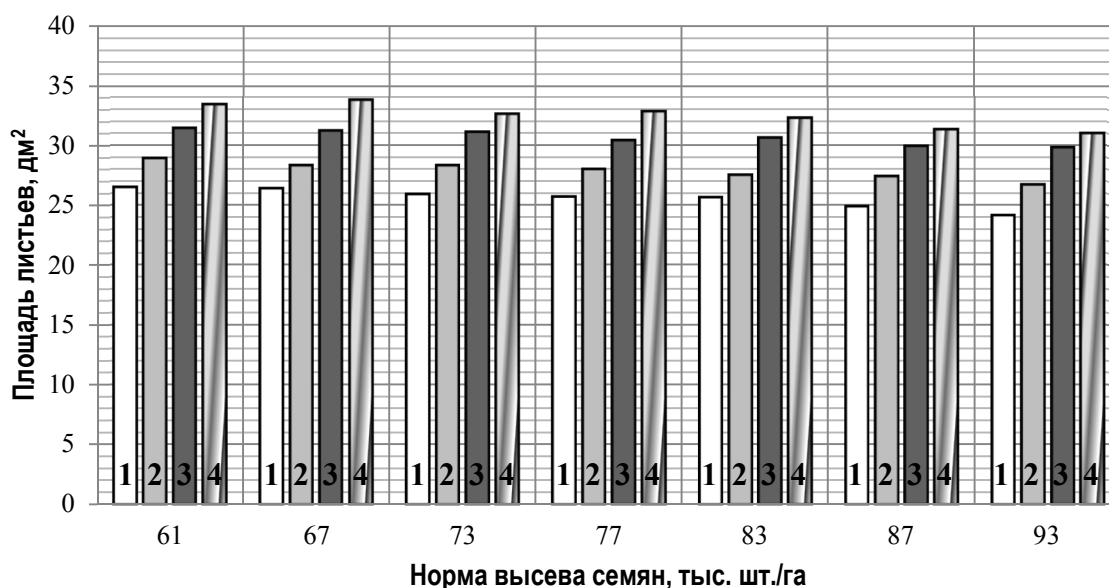
растений кукурузы с увеличением ФАО. Так, в фазе созревания высота растений гибрида MAS 12R с ФАО 180 составила в зависимости от нормы высева семян 194–213 см, AMELIOR с ФАО 240 – 201–214 см, MAS 30K с ФАО 280 – 209–223 см. В фазе созревания высота растений гибрида AMELIOR с густотой посева 77 и 83 тыс. шт./га была одинаковой и составила 210 см. Также незначительно изменялась высота растений при нормах высева 61 и 67 тыс. шт./га. Такая же тенденция наблюдалась и у растений гибрида MAS 30K. Следует также отметить, что растения гибридов Родник 179СВ и AMELIOR при норме высева 61 тыс. шт./га были на 4–7 см выше, чем при норме высева 93 тыс. шт./га. Для среднеспелого гибрида MAS 30K с ФАО 280 такая тенденция была выражена слабее.

Лучшие показатели высоты растений гибридов MAS 12R и MAS 30K были при норме высева 77 тыс. шт./га всхожих семян. Снижение нормы высева менее 73 тыс. шт./га и, наоборот, увеличение более 77 тыс. шт./га приводили к снижению высоты растений гибридов кукурузы. Наиболее высокорослыми растения гибридов Родник 179СВ (217 см) и AMELIOR (214 см) были при норме высева семян 73 тыс. шт./га, а гибридов MAS 12R (213 см) и MAS 30K (223 см) – при норме высева 77 тыс. шт./га.

Создание благоприятного светового режима с оптимальной густотой стояния является необходимым условием для прохождения важнейших физиологических процессов, которые определяют уровень урожайности культуры. Влияние этого фактора на параметры роста и развития растений кукурузы зависит от сложившихся агроэкологических условий [5, 8]. В результате исследований за 2013–2015 гг. выявлено, что на показатели площади листьев одного растения и ассимиляционной поверхности на 1 га значительное влияние оказывают как метеорологические условия вегетационного периода, так и норма высева семян гибридов кукурузы (табл. 4, 5).

Таблица 4. Количество и площадь листьев одного растения гибридов кукурузы при разных нормах высева (2013–2015 гг.)

Норма высева, тыс. шт. /га (фактор В)	Гибриды (фактор А)			
	Родник 179СВ ФАО 180	MAS 12R ФАО 180	AMELIOR ФАО 240	MAS 30K ФАО 280
	Количество листьев на одном растении, шт.			
61	13	14	15	17
67	13	13	15	17
73	13	14	15	16
77	13	13	15	16
83	13	13	15	16
87	13	13	14	16
93	13	13	14	16
	Площадь листьев одного растения, дм ²			
61	26,5	28,9	31,4	33,4
67	26,4	28,3	31,2	33,8
73	25,9	28,3	31,1	32,6
77	25,7	28,0	30,4	32,8
83	25,6	27,5	30,6	32,3
87	24,9	27,4	29,9	31,3
93	24,1	26,7	29,8	31,0
НСР ₀₅ (фактор А)	1,09			
НСР ₀₅ (фактор В)	0,83			
НСР ₀₅ (совм. АВ)	F _ф < F ₀₅			



**Влияние нормы высева семян на площадь листовой поверхности растений кукурузы:
1 – Родник 179СВ; 2 – MAS 12R; 3 – AMELIOR; 4 – MAS 30K**

В период исследований гибриды заметно различались по площади листовой поверхности на одном растении, что в основном определялось продолжительностью периода вегетации. Число листьев на главном побеге по всем вариантам в большей степени определялось морфобиологическими особенностями гибридов в соответствии с показателем ФАО и в меньшей степени зависело от нормы высева семян (см. рис.). В среднем за три года число листьев варьировало от 13 до 14 шт. у раннеспелых гибридов Родник 179СВ и MAS 12R и от 15 до 17 шт. – у среднеспелых гибридов AMELIOR и MAS 30K.

Таблица 5. Площадь ассимиляционной поверхности растений кукурузы при разных нормах высева (2013–2015 гг.)

Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)	Гибриды (фактор А)			
	Родник 179СВ ФАО 180	MAS 12R ФАО 180	AMELIOR ФАО 240	MAS 30K ФАО 280
	Площадь ассимиляционной поверхности, тыс. м ² /га			
61	15,854	17,723	19,605	21,014
67	18,024	18,534	20,834	21,385
73	18,399	20,522	22,942	22,738
77	19,535	20,432	23,503	25,210
83	19,805	21,176	23,962	26,068
87	20,837	23,426	24,617	27,313
93	21,764	24,285	26,518	28,277
НСР ₀₅ (фактор А)	0,3569			
НСР ₀₅ (фактор В)	0,2699			
НСР ₀₅ (совм. АВ)	0,7141			

В среднем за три года изучаемые гибриды по-разному реагировали на увеличение количества высеваемых семян на 1 га. Так, у растений гибрида Родник 179СВ с изменением нормы высева с 61 до 93 тыс. шт./га увеличилась площадь ассимиляционной поверхности – на 37,3%, у растений гибрида MAS 12R – на 37,0%, AMELIOR – на 35,2% и MAS 30K – на 34,5%. Максимальная площадь листьев 28,277 тыс. м²/га была отмечена у растений гибрида MAS 30K при норме высева 93 тыс. шт./га, наименьшая – 15,854 тыс. м²/га – у растений гибрида Родник 179СВ при норме высева 61 тыс. шт./га.

Выводы

Анализ результатов проведенных исследований показал следующее:

- продолжительность вегетационного периода растений гибридов кукурузы находилась в прямой зависимости от числа ФАО и составила соответственно: MAS 12R (180) – 102 сут., Родник 179СВ (180) – 104 сут., AMELIOR (240) – 113 сут., MAS 30K (280) – 122 сут.;

- в фазе цветения использование повышенных норм высева раннеспелых гибридов до 93 тыс. шт./га приводит к увеличению межфазного периода всходы – цветение на 2–4 сут., а в фазе восковой спелости с увеличением нормы высева у всех изучаемых гибридов отмечается тенденция роста межфазного периода всходы – восковая спелость;

- снижение нормы высева семян менее 73 тыс. шт./га и, наоборот, увеличение более 77 тыс. шт./га приводит к снижению высоты растений гибридов кукурузы.

Библиографический список

1. Акаемов Л.П. Продуктивность гибридов кукурузы различной скороспелости / Л.П. Акаемов // Сборник научных трудов ВНИИ кормов. – 1990. – № 43. – С. 72–75.
2. Зубкова М.С. Урожайность зеленой массы гибридов кукурузы в зависимости от нормы высева / М.С. Зубкова, А.С. Созин // Молодежь и наука. – 2016. – № 4. – С. 59.
3. Кадыров С.В. Влияние нормы высева семян на рост и развитие гибридов кукурузы в лесостепи Центрально-Черноземного региона / С.В. Кадыров, М.Ю. Харитонов // Научная жизнь. – 2016. – № 9. – С. 6–15.
4. Кадыров С.В. Урожайность и качество семян кукурузы при разных нормах высева / С.В. Кадыров, М.Ю. Харитонов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1 (48). – С. 12–16.
5. Кравченко Р.В. Агробиологическое обоснование получения стабильных урожаев зерна кукурузы в условиях степной зоны Центрального Предкавказья : монография / Р.В. Кравченко. – Ставрополь : ООО «Ставропольбланкиздат», 2010. – 208 с.
6. Кукуруза (выращивание, уборка, консервирование и использование) / Д. Шпаар и др. ; под общ. ред. Д. Шпаара. – 3-е изд., доп. и дораб. – Москва : ИД ООО «DLV Агродело», 2006. – 390 с.
7. Нечаев В.И. Резервы увеличения производства зерна и повышение его эффективности : монография / В.И. Нечаев, А.П. Рыбалкин. – Москва : Изд-во «АгриПресс», 2002. – 284 с.
8. Потапов А.П. Влияние сроков сева и норм высева на продуктивность среднеранних гибридов кукурузы / А.П. Потапов, А.И. Пашинин, И.В. Пивоваров // Символ науки. – 2016. – № 11–2 (23). – С. 25–27.
9. Сурин И.В. Влияние нормы высева на урожайность и качество урожая кукурузы гибрида «Катерина СВ» при выращивании на зеленую массу с початками молочно-восковой спелости / И.В. Сурин // Молодежь и наука. – 2012. – № 1. – С. 7–9.
10. Филин В.И. Густота посева и способ обработки почвы как фактор повышения зерновой продуктивности кукурузы на южных черноземах Волгоградской области / В.И. Филин, Б.В. Михин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 1 (33). – С. 112–117.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Сабир Вагидович Кадыров – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: Ksabir@yandex.ru.

Михаил Юрьевич Харитонов – соискатель кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: mikh.xaritonoff@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 16.11.2018

Дата принятия к печати 20.12.2018

AUTHOR CREDENTIALS

Affiliations

Sabir V. Kadyrov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: Ksabir@yandex.ru.

Mikhail Yu. Kharitonov – Candidate Degree-Seeking Student, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: mikh.xaritonoff@yandex.ru.

Received November 16, 2018

Accepted December 20, 2018