
СПОСОБЫ РАННЕГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОЛЕГАНИЯ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР ПО ПРИЗНАКАМ ПРОЧНОСТИ ГЛАВНОГО СТЕБЛЯ

**Владимир Николаевич Образцов
Сабир Вагидович Кадыров
Василий Антонович Федотов**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Успех селекции сельскохозяйственных культур на устойчивость к полеганию в значительной мере зависит от того, насколько просты и эффективны применяемые методы оценки и прогнозирования этого признака в разные фазы роста и развития, в особенности в ранние. По результатам рассмотрения существующих способов прогнозирования полегания полевых культур предложена оригинальная методика раннего прогнозирования полегания стеблевых культур, основанная на отборе апробационного снопа растений и определении признаков прочности главного стебля. Апробационный сноп отбирают в фазе появления репродуктивных органов у растений. Измеряют максимальный и минимальный диаметр второго снизу узла (в горизонтальной плоскости), усредняют большие и меньшие величины, находят среднее арифметическое, путём деления усреднённой величины большего диаметра на усреднённую величину меньшего диаметра получают математическую зависимость (λ), по которой судят об устойчивости растений к полеганию: если $\lambda < 1,1$ – полегание отсутствует, при $\lambda = 1,1–1,7$; $1,7–2,2$; $2,2–3,0$ и при $\lambda > 3,0$ – полегание соответственно слабое, среднее, сильное и очень сильное. Применение предложенного авторами способа позволяет снизить трудоёмкость и повысить достоверность прогноза полегания сельскохозяйственных культур в полевых условиях в ранние фазы развития растений, значительно расширить ассортимент культур, на которых можно проводить анализ (зерновые колосовые, крупяные и кормовые культуры). Кроме того, с помощью предлагаемого способа можно прогнозировать полегание в фазе колошения или вымётывания метёлки, что даёт возможность предпринять меры для его предотвращения (в частности, провести обработку ретардантами, способными предупредить или уменьшить степень полегания), при этом точность прогноза повышается до 85–95%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: стеблевые культуры, полегание посевов, недобор урожая, прогнозирование, главный стебель, признаки прочности.

METHODS OF EARLY PREDICTION OF STEM CROPS LODGING ON THE GROUNDS OF MAIN STEM STRENGTH

**Vladimir N. Obraztsov
Sabir V. Kadyrov
Vasily A. Fedotov**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The success of crop breeding for resistance to lodging largely depends on the simplicity and effectiveness of the methods used for this feature assessment and forecasting in different, and especially in the early stages of growth. The authors discuss various methods of forecasting field crops lodging and propose an inventive method for the early prediction of stem crops lodging accomplished through the selection of approbation sheaf of plants and identification of features of main stem strength. It is proposed to select approbation sheaf in the stage of the emergence of plant generative organs. Then it is necessary to measure maximum and minimum diametral line of the second bottom stem joint (in a horizontal plane), to average large and smaller values, to find arithmetic mean, and by dividing of the average value of the large diameter through by the average value of the smaller diameter obtain a mathematical relation (λ) for making conclusion about plants resistance to lodging: at $\lambda < 1.1$ the lodging is close to nonexistent, at $\lambda = 1.1–1.7$ there can exist weak lodging, at $\lambda = 1.7–2.2$ the lodging is medium, at $\lambda = 2.2–3.0$ the lodging is strong, and at $\lambda > 3.0$ the lodging is very strong. The use of the recommended method reduces forecasting efforts and improves the reliability of the forecast of agricultural crops lodging under field conditions in the early stages of plant growth, as well as significantly expand the range of crops under investigation (spiked cereals, cereal crops and forage crops). In addition, using the proposed method it is possible

to forecast lodging in the stage of earing or heading of panicles, which makes it possible to take the appropriate actions to prevent lodging (such as treatment with retardants preventing or reducing the degree of lodging), in addition accuracy of field crops lodging forecast increases to 85–95%.

KEYWORDS: stem crops, crops lodging, incomplete harvest, forecasting, main stem, features of strength.

Введение

Одной из основных причин недобора урожаев сельскохозяйственных культур является полегание посевов, приводящее к нарушению фотосинтетической деятельности растений, ухудшению налива зерновок и затрудняющее уборку. Из-за нарушения технологического процесса работы комбайнов при уборке полеглых растений значительно возрастают механические потери, производительность уборочной техники снижается на 25–80%, увеличивается расход горючего [10].

При полегании растений пшеницы в период колошения – цветения потери достигают 30–45%, в фазе молочной спелости – 20–25%, а в фазе восковой спелости – 12–15%. У ячменя в фазе колошения ущерб от полегания может достигать 35%, у фестуолиума – 45%.

В фазе выхода в трубку происходит быстрый рост стебля в длину вследствие образования новых клеток и их растяжения. В нижней части междоузлия активно образуются новые клетки. Оболочки молодых клеток остаются некоторое время неодревесневшими, тонкими и мягкими, неспособными оказать сопротивление механическим воздействиям на стебель, поэтому даже при слабом ветре происходит полегание из-за изгиба в нижней части второго междоузлия.

В фазе молочной спелости полегание может быть вызвано надломом соломины на уровне третьего или четвертого междоузлия в результате частичного распада клеточных оболочек стебля и оттока пластических веществ в зерно [3, 11].

Чаще полегание наблюдается в конце фазы молочной спелости, когда колос (метёлка) имеет наибольшую массу. В этот период при неблагоприятных условиях (сильный дождь и ветер, высокая влажность почвы) полегание обычно происходит в изгибе второго междоузлия.

Полегание зависит от особенностей анатомо-морфологического строения растений и биохимического состава соломины. Между прочностью нижних междоузлий, внутренней структурой стебля, его анатомическим строением имеется прямая зависимость. У устойчивых к полеганию сортов преобладают главные стебли с укороченными междоузлиями, с более развитой механической тканью кольца и большим, чем у полегающих сортов, количеством сосудисто-волокнистых пучков. В стеблях растений устойчивых к полеганию сортов накапливается больше лигнина, клетчатки и подвижных углеводов, окиси кремния и окиси калия в золе.

Вследствие полегания посевов нарушается нормальный рост и развитие растений, уменьшаются размеры фотосинтезирующей поверхности, замедляется усвоение элементов питания и воды. Чем быстрее полегают посевы, тем больший недобор урожая зерна. Вероятность полегания возрастает на плодородных почвах, при внесении высоких доз азота, дефиците фосфора и калия, при загущении посевов, развитии болезней, использовании высокорослых сортов, при чрезмерных осадках и сильных ветрах.

Таким образом, полегание стеблевых культур – это весьма актуальная проблема, и разработка своевременных способов его прогнозирования, в том числе в производственных условиях, представляет собой важное направление исследований в сельскохозяйственной науке.

Степень разработанности проблемы

В настоящее время известно несколько способов прогнозирования и определения полегания стеблевых культур.

1. Известен способ отбора устойчивых к полеганию форм зерновых колосовых злаков [5, 9]. Он включает в себя оценку растений, возделываемых в естественных условиях, ручную уборку созревших растений и определение признаков стебля. При этом после окончания уборки у междоузлий одного и того же яруса стебля изучаемых образцов отрезают их части и взвешивают массу одинаковых по длине отрезков. Наиболее устойчивыми к полеганию считают растения с большей массой отрезка. Способ позволяет выявить наиболее устойчивые к полеганию формы растений в поле после их созревания и уборки.

Однако при использовании этого способа не удаётся прогнозировать полегание полевых культур на ранних фазах роста, предшествующих уборке, например в фазе колошения. Кроме того, определение полегания этим способом возможно только у зерновых колосовых культур, тогда как в посевах других культур, например гречихи или кормовых культур (фестулолиум, райграс, овсяница), он неприменим.

2. Известен способ определения устойчивости зерновых культур к полеганию по анатомическому строению стебля [7]. Для прогноза предварительно определяют плотность опорных тканей у устойчивых и неустойчивых к полеганию сортов и, сравнивая их с изучаемыми образцами, оценивают устойчивость к полеганию. Делают поперечные срезы нижней части двух первых междоузлий главного стебля в фазе восковой спелости или молочного состояния зерна. Затем 15%-ным раствором сафранина окрашивают срезы, после чего у образцов под микроскопом измеряют толщину выполненной части стебля, толщину склеренхимного кольца и подсчитывают число рядков клеток, из которых состоит склеренхимное кольцо, и число сосудисто-волокнистых пучков в паренхиме и склеренхиме. После этого сравнивают полученные показатели анатомического строения стебля различных образцов (сортов) и судят о сравнительной устойчивости (или неустойчивости) к полеганию изучаемых образцов в конкретных условиях произрастания.

Недостатком этого способа является его трудоёмкость и невысокая точность прогнозирования полегания зерновых культур в период их роста при выращивании в поле.

3. Известен способ определения устойчивости озимой ржи к полеганию по прочности стебля [8]. Вероятность полегания рассчитывают по формуле (1)

$$Y = \frac{P \times 10}{B \times Z}, \quad (1)$$

где Y – показатель устойчивости;

P – прочность соломины второго междоузлия снизу (определяется на специальном приборе);

B – высота соломины, см;

Z – масса зерна с одного колоса, г.

При определении устойчивости к полеганию озимой ржи прочность соломины – наиболее важный показатель, поскольку он характеризует сопротивление срезу и излому.

Этот способ требует наличия специального прибора, что существенно повышает его себестоимость. Кроме того, данный способ применим только на одной культуре – озимой ржи.

4. Известен способ прогнозирования полегания зерновых злаков (озимая пшеница, рожь, ячмень), при реализации которого учитывают высоту и густоту стеблестоя и интенсивность таких метеорологических явлений, как сумма осадков и температура воздуха за определённый период. О вероятности события судят по расчётной формуле [8].

Этот способ позволяет прогнозировать полегание растений в период вегетации. Однако существуют такие негативные факторы, как необходимость агрометеорологического прогноза ближайшей метеостанции, в расчётах не учитывается действие минеральных удобрений на рост растений. При этом прогнозирование полегания по этому способу реализуется только для условий Нечерноземной зоны и ограниченного набора культур (озимая пшеница, рожь, ячмень).

5. По способу, предложенному И.В. Лукьяновой [2, 4], отбирают по 8–10 шт. растений в следующие фазы: вымётывание – цветение, молочно-восковая спелость, полная спелость. Устойчивость стеблей к полеганию у злаковых культур определяют по параметру, характеризующему момент сил, зависящему от массы метёлки на верхнем конце стебля. Величина этого параметра зависит от веса и длины метёлки, прочности верхнего конца стебля (у метёлки) при изгибе и отношения внутреннего диаметра d_m к наружному диаметру D_m стебля у метёлки. Этот способ применяется при селекции зерновых культур.

6. В.В. Пыльнев [1] предложил определять устойчивость к полеганию по соотношению большего и меньшего диаметров проводящих пучков склеренхимы и паренхимы междоузлий у исследуемых образцов.

Проведение такого анализа возможно только в лабораторных условиях с использованием специального оборудования и хорошо подготовленного персонала. Это сильно затрудняет прогнозирование полегания стеблевых культур в производственных условиях.

Перечисленные выше способы при определённых преимуществах не лишены недостатков, с целью устранения которых авторами предложен принципиально новый способ раннего прогнозирования полегания стеблевых культур для условий лесостепной зоны Центрального Черноземья России.

Теоретическая основа предлагаемого способа

Сущность предлагаемого способа заключается в том, что в процессе роста стебля угол между вторым и третьим междоузлиями, толщина его выполненной части находятся в зависимости от формы второго узла стебля, которая меняется в процессе роста и развития растений. В начальной фазе развития стебля форма второго снизу узла, как правило, круглая, при этом стебель прямой, угла между вторым и третьим междоузлиями нет. Со временем, в зависимости от условий произрастания растений (количество атмосферных осадков, равномерность их распределения по вегетационному периоду, пищевой режим и др.) округлая форма второго снизу узла стебля превращается в эллиптическую. При этом меняется и форма самого стебля: его поперечное сечение из округлой преобразуется в эллипсообразную. Стебель становится слегка уплощённым в нижней части.

При сильном механическом воздействии на стебель (например, при сильном ветре), особенно в период налива зерна, когда возрастает масса колоса или метёлки, стебель (соломина) часто надламывается между вторым и третьем узлами. Как правило, надлом происходит в местах более узкой (уплощённой) части соломины, и растение полегает. Установлено, что угол наклона стебля напрямую зависит от соотношения максимальной и минимальной величин диаметра второго снизу узла стебля, то есть угол наклона и вероятность полегания стебля (начиная от фазы образования стебля, молочного состояния или восковой спелости зерна) тем больше, чем меньше минимальный диаметр второго снизу узла стебля.

Методика применения предлагаемого способа

Перед началом работ определяются границы апробируемого участка и намечаются линии прохода (по диагонали поля). В зависимости от площади поля через равные

расстояния в установленном числе пунктов отбираем растения вместе с корнями, формируя апробационный сноп (табл. 1).

Апробационный сноп отбирается со всего поля. Если апробируемая площадь посева в одном массиве превышает установленный максимальный размер, то эту площадь разделяют на два или несколько участков, которые апробируются отдельно. Апробационный сноп связывается на месте отбора, внутрь вкладывается, а снаружи привязывается этикетка с указанием номера поля, севооборота или участка, площади, культуры, сорта и времени взятия снопа.

Таблица 1. Число пунктов и количество отобранных растений в зависимости от площади поля

Культура	Площадь отбора проб, га	Число пунктов, шт.	Число отобранных растений (не менее), шт.	
			с одного пункта	со всей площади
Пшеница, ячмень, овёс, тритикале	Менее 100	30–35	10	300–350
	100–200	35–50	10	350–500
	201–300	50–100	10	500–1000
	301–450	100–150	10	1000–1500
Просо	Менее 50	15–20	10	150–200
	50–100	20–50	10	200–500
	101–200	50–100	10	500–1000
	201–350	100–150	10	1000–1500
Рожь	Менее 100	20–25	5	100–125
	100–200	25–50	5	125–250
	201–300	50–70	5	250–350
	301–450	70–100	5	350–500
Гречиха	Менее 20	15–20	5	75–100
	20–50	20–50	5	100–250
	51–100	50–100	5	250–500

Растения в снопах анализируются на разборочном пункте в день их взятия. У каждого стебля (i) штангенциркулем измеряют максимальный $d_{i\max}$ и минимальный $d_{i\min}$ размеры (мм) в горизонтальной плоскости второго снизу узла. Полученные в процессе измерения результаты записывают в журнал, находят среднеарифметические значения большего и меньшего диаметров второго узла. Затем путём деления усреднённой величины большего диаметра на усреднённую величину меньшего диаметра определяют величину среднего соотношения по выражению (2)

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n d_{i\min}}{\sum_{i=1}^n d_{i\max}}, \quad (2)$$

где λ – величина среднего отношения, мм;

n – число стеблей в апробационном снопе, шт.

Получают величину среднего отношения λ , по которой судят об устойчивости растений к полеганию.

Полегание прогнозируют по следующим значениям λ :

- при $\lambda < 1,1$ – полегание отсутствует;
- при $\lambda = 1,1-1,7$ – полегание слабое;
- при $\lambda = 1,7-2,2$ – полегание среднее;
- при $\lambda = 2,2-3,0$ – полегание сильное;
- при $\lambda > 3,0$ – полегание очень сильное.

При этом учитывают и угол наклона между первым и вторым междоузлиями стебля (табл. 2).

Таблица 2. Степень полегания растений в зависимости от величины среднего отношения λ и угла наклона между первым и вторым междоузлиями

Культура, сорт	Величина среднего отношения, мм	Угол наклона, °	Вероятность полегания, %
Яровая пшеница Прохоровка	До 1,1	15–20	0–10
	1,1–1,5	20–29	11–40
	1,6–2,0	30–36	41–70
Просо Колоритное	До 1,4	До 10	0
	1,4–1,7	10–18	1–30
	1,7–2,0	18–25	31–50
Суданская трава Воронежская 27	До 1,1	8–10	0
	1,1–1,5	10–15	1–35
	1,5–3,0	15–30	36–50
Яровой ячмень Таловский 9	До 1,7	До 7	0
	1,7–2,2	7–18	1–10
	2,2–3,0	18–35	11–25
Озимая пшеница Чернозёмка 88	До 1,7	До 9	0
	1,7–2,2	9–16	1–15
	2,2–2,7	16–26	16–50

Отбор апробационного снопа позволяет повысить точность прогноза ввиду того, что данная операция предусматривает отбор средних по развитию растений из разных частей поля, где растения исследуемой культуры могут развиваться с разной скоростью, зависящей от метеорологических условий, почвенного плодородия, предшественника, уровня минерального питания и др.

Преимущества предлагаемого способа

Предлагаемый способ в сравнении с известными аналогами менее трудоёмкий, позволяет повысить достоверность прогнозирования полегания посевов полевых культур в ранние фазы развития растений, обладает определёнными преимуществами.

1. Значительно расширяется ассортимент культур, на которых можно проводить прогнозирование: если в прототипе это только зерновые колосовые злаки, то предлагаемый способ определения полегания можно использовать и на крупяных, и на кормовых культурах.

2. В прототипе склонность к полеганию растений определяется после их созревания, тогда как предлагаемый способ позволяет прогнозировать полегание в фазе колошения или вымётывания метёлки, что даёт возможность предпринять меры для предотвращения полегания (провести обработку ретардантами, способными предупредить или уменьшить полегание).

3. Предлагаемый способ позволяет повысить точность прогнозирования полегания стеблевых культур до 85–95%, тогда как точность существующих аналогичных решений не превышает 67–75%.

По результатам исследований получен патент Российской Федерации «Способ прогнозирования полегания стеблевых культур в условиях лесостепи Центрального Черноземья» [6].

Полегаемость посевов фестулолиума

В наших опытах полегаемость посевов фестулолиума зависела от сорта и приемов агротехники. Так, у сорта Изумрудный полегаемость в фазе цветения составила 7,3%, у сорта Викнель – 13,1 и у сорта ВИК-90 – 13,5%.

Полегаемость посевов увеличивалась при посеве обычным рядовым способом и с увеличением нормы высева до 12 кг/га (10,6–12,1%), в то время как при норме высева семян 3 кг/га полегаемость была низкой как при обычном (5,6–8,3%), так и при черезрядном посеве (5,4–7,0%).

На фоне высоких доз удобрений во влажные годы полегаемость посевов резко увеличивалась. В среднем за 2007–2009 гг. наименьшая степень полегания (14,8–16,9%) была при внесении азофоски в дозе $N_{45}P_{45}K_{45}$. Увеличение доз подкормок аммиачной селитры до N_{90} и азофоски до $N_{90}P_{90}K_{90}$ приводило к усилению полегания травостоев до 32,1–38,8 %, затягиванию созревания и снижению урожайности семян.

Приёмы предотвращения полегания посевов

Наряду с комплексом агротехнических мер по предотвращению полегания посевов (подбор короткостебельных сортов, сбалансированное минеральное питание, дробное внесение небольших доз азота, создание посевов с оптимальной густотой стояния стеблестоя за счёт правильного подбора норм высева и способов посева, использование протравителей семян и фунгицидов и др.) применяют ретарданты – физиологически активные вещества, способные тормозить рост растений.

Для предупреждения полегания растений посевы злаковых культур опрыскивают ретардантами ЦеЦеЦе 750 – 1,0–1,5 л/га, Стабилан – 1,5–2,0 л/га, Центрино – 1,0–1,5 л/га, Ретацел – 1 л/га, Цегран – 1,0–1,5 л/га, Рэggi – 1,0–1,5 л/га, Антивылегал – 1,8–2,0 л/га, Моддус – 0,2–0,4 л/га, Сапресс – 0,2–0,4 л/га в конце весеннего кушения – начале трубкавания. При этом увеличивается прочность нижних междоузлий за счёт их укорочения и утолщения, растения приобретают большую устойчивость к полеганию от ветра и других факторов.

Статья посвящена памяти Алексея Кузьмича Свиридова, изобретателя и рационализатора, доктора сельскохозяйственных наук, старшего научного сотрудника отдела адаптивно-ландшафтного земледелия Воронежского НИИ сельского хозяйства имени В.В. Докучаева

Библиографический список

1. А.с. 1759335 СССР, МПК А01Н 1/04 (2000.01). Способ отбора устойчивых к полеганию форм озимой мягкой пшеницы / В.В. Пыльнев. – № 4865415 ; заявл. 12.09.1990 ; опубл. 07.09.1992, Бюл. № 12. – 2 с.
2. Лукьянова И.В. Анализ видовых и сортовых особенностей устойчивости стеблей злаковых культур к полеганию с учётом их физико-механических свойств и архитектоники для использования в селекции : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 06.01.05 / И.В. Лукьянова. – Краснодар, 2008. – 51 с.
3. Оценка устойчивости к полеганию однодольных и двудольных культур на основе изучения анатомического строения стебля / А.В. Пинкаль, Ю.В. Кривко, Л.А. Кротова и др. // Омский научный вестник. – 2012. – № 2 (114). – С. 172–175.
4. Пат. 2189729 Российская Федерация, МПК А01G 7/00 (2000.01). Способ определения устойчивости злаковых культур к полеганию / И.В. Лукьянова ; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 2000116830/13 ; заявл. 26.06.2000 ; опубл. 27.09.2002, Бюл. № 19. – 7 с.
5. Пат. 2382549 Российская Федерация, МПК А01G 7/00 (2006.01). Способ отбора устойчивых к полеганию форм зерновых колосовых злаков / Е.А. Тороп, В.В. Чайкин, А.А. Тороп ; заявитель и патентообладатель ГНУ НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии. – № 2008103114/12 ; заявл. 28.01.2008 ; опубл. 27.02.2010, Бюл. № 6. – 5 с.
6. Пат. 2552432 Российская Федерация, МПК А01G 7/00, А01Н 1/04 (2006.01). Способ прогнозирования полегания стеблевых культур в условиях лесостепи Центрального Черноземья / В.Н. Образцов, А.К. Свиридов, Я.А. Свиридов ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – № 2012149579/13 ; заявл. 06.11.2013 ; опубл. 10.06.2015, Бюл. № 16. – 3 с.
7. Практикум по физиологии растений : учеб. пособие / Н.Н. Третьяков, Л.А. Паничкин, М.Н. Кондратьев и др. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : КолосС, 2003. – 288 с.
8. Тихвинский С.Ф. Борьба с полеганием сельскохозяйственных культур / С.Ф. Тихвинский, Л.К. Буторина. – Ленинград : Колос, Ленингр. отд-ние, 1983. – 48 с.
9. Тороп Е.А. Способ оценки селекционного материала озимой ржи на устойчивость к полеганию / Е.А. Тороп, В.В. Чайкин, А.А. Тороп // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2011. – № 3 (22). – С. 14–16.
10. Федотов В.А. Озимая мягкая пшеница в Центральном Черноземье России : монография / В.А. Федотов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 415 с.
11. Юсов В.С. Исходный материал для селекции яровой твердой пшеницы на устойчивость к полеганию в южной лесостепи Западной Сибири / В.С. Юсов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 6 (68). – С. 5–9.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Владимир Николаевич Образцов – 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: ovennn@mail.ru.

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.

Василий Антонович Федотов – 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: zemledel@agronomy.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 15.01.2020

Дата принятия к печати 28.02.2020

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Vladimir N. Obraztsov, 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: plant@agronomy.vsau.ru.

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: plant@agronomy.vsau.ru.

Vasily A. Fedotov, 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: plant@agronomy.vsau.ru.

Received January 15, 2020

Accepted after revision February 28, 2020