

DOI 10.12737/2073-0462-2021-57-61

УДК 631.452

ДИНАМИКА ПЛОДОРОДИЯ ПАХОТНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ
ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНЫХ ОБЛАСТЕЙ РОССИИ

А.В. Суринов

Реферат. Исследования проводили с целью изучения динамики плодородия пахотных почв в юго-западной части лесостепной зоны Центрально-Черноземного района. Работу выполняли по результатам агрохимического обследования почвы на территории Яковлевского района Белгородской области. Почвенный покров был представлен в основном черноземами типичными (57,7 %) и выщелоченными (28,2 %). В этих условиях увеличение средней по району дозы внесения органических удобрений с 6,5 т/га в 2010–2014 гг. до 14,6 т/га в 2015–2018 гг. при сохранении применения минеральных удобрений на уровне 82,9 кг д.в./га стало одним из основных факторов роста средневзвешенного содержания подвижных форм фосфора в почве с 101 до 167 мг/кг, калия – с 120 до 183, серы – с 2,5 до 4,7, марганца – с 11,0 до 13,1, цинка – с 0,4 до 0,7 мг/кг. Доведение объемов известкования по району за 2015–2018 гг. до 32,7 тыс. га способствовало снижению доли кислых почв с 84,7 в 2009 г. до 52,9 % в 2018 г. Одновременно с улучшением агрохимических параметров пахотных почв произошло значительное увеличение урожайности основных сельскохозяйственных культур: озимой пшеницы – с 3,38 до 4,55 т/га, кукурузы на зерно – с 4,84 до 7,60 т/га, сахарной свеклы – с 36,8 до 56,4 т/га.

Ключевые слова: фосфор, калий, удобрения, чернозем, плодородие, кислотность, известкование, органическое вещество, макро- и микроэлементы.

Введение. Повышение плодородия почв путем реализации комплекса агрохимических мероприятий способствует обеспечению продовольственной безопасности страны. В России наиболее плодородными почвами всегда считали черноземы. Однако в процессе их многовекового интенсивного использования существенно ухудшились некоторые параметры их плодородия. Например, снижение объемов известкования кислых почв практически до полного его прекращения вызвал сильное подкисление черноземов лесостепных подтипов [1, 2, 3]. Очень низкий уровень применения минеральных удобрений привел к отрицательному балансу макро- и микроэлементов и, как следствие, снижению содержания их подвижных форм в почвах. Слабая обеспеченность органическими удобрениями и прогрессирующее развитие водной эрозии провоцируют дегумификацию почв [4, 5, 6].

Цель наших исследований – анализ динамики плодородия почв лесостепной зоны на примере Яковлевского района Белгородской области.

Условия, материалы и методы. Почвенный покров пахотных земель Яковлевского района в основном представлен черноземами типичными (57,7 %) и выщелоченными (28,2 %). Доля эродированных почв составляет 45,4 % [7]. Посевная площадь в 2010–2014 гг. была равна 61,1 тыс. га, в 2015–2018 – 60,2 тыс. га. Среднеголетняя величина гидротермического коэффициента (ГТК) по Селянину находится на уровне 1,1.

В процессе исследования использовали материалы агрохимического обследования, проводимого ФГБУ «ЦАС «Белгородский». Показатели плодородия почвы определяли в соответствии с принятыми в агрохимической службе методиками:

массовую долю подвижного фосфора и подвижного калия – по методу Чирикова; рН_{KCl} – по ГОСТ 26483-85;

гидролитическую кислотность – по Каппену (ГОСТ 26212-91);

массовую долю органического вещества – по методу Тюрина;

массовую долю щелочногидролизуемого азота – по методу Корнфилда;

массовую долю подвижной серы – по ГОСТ 26490-85;

массовые доли меди, марганца, цинка, кобальта – по методу Крупского и Александровой, для экстракции использовали ацетатно-аммонийный буферный раствор с рН=4,8.

Кроме того, в работе использовали официальную информацию Белгородстата о внесении удобрений, урожайности сельскохозяйственных культур и посевных площадях.

Анализ и обсуждение результатов. Яковлевский район, в сравнении с другими районами Белгородской области, характеризуется средними показателями развития животноводства. Так, в 2019 г. на его территории было произведено 84,8 тыс. т мяса на убой в живом весе. Величина этого показателя выше, чем в некоторых областях России. Так, во Владимирской области в 2019 г. было произведено 46,3 тыс. т мяса, в Ивановской – 38,9 тыс. т, в Костромской – 17,6 тыс. т мяса (<https://rosstat.gov.ru>).

При этом в районе эффективно используют имеющиеся объемы органических удобрений для повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур. За период с 2015 по 2018 гг. было внесено 14,6 т/га органических удобрений, что на 124,6 % больше, чем в 2010–2014 гг. (табл. 1). За аналогичный период величина этого показателя в среднем по Российской Федерации находилась на уровне 1,4 т/га, по Белгородской области – 8,1 т/га. Научно доказано, что для бездефицитного баланса гумуса в зернопропашных севооборотах необходимо придерживаться дозы внесения органических удобрений, равной 6...8 т/га севооборотной площади [8].

Таблица 1 – Динамика внесения удобрений и урожайности основных сельскохозяйственных культур

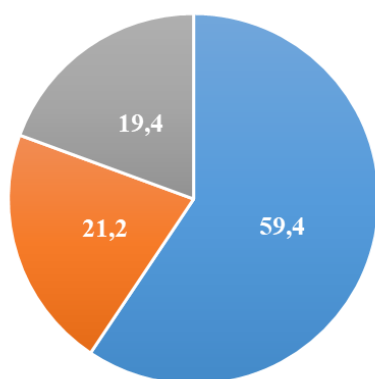
Показатель		Годы	
		2010–2014 гг.	2015–2018 гг.
Внесено удобрений	органических, т/га	6,5	14,6
	минеральных, кг/га	82,4	82,9
Урожайность, т/га	озимой пшеницы	3,38	4,55
	ярового ячменя	2,86	3,77
	кукурузы на зерно	4,84	7,60
	сахарной свёклы	36,8	56,4

При этом средний уровень внесения минеральных удобрений практически не изменился и остался на уровне 82 кг д.в./га. Для сравнения в среднем по Российской Федерации в 2015–2018 гг. величина этого показателя была равна 50,5 кг д.в./га, по Белгородской области – 102,4 кг/га.

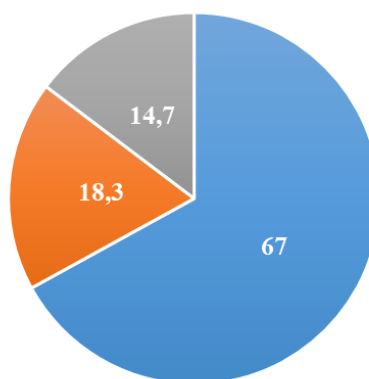
В последние годы в отечественном земледелии наметилась тенденция к увеличению доли азота в структуре применяемых минеральных удобрений. Прослеживается она и в Белгородской области. Так, в 2010–2014 гг. на долю азота в составе вносимых удобрений

приходилось 59,4 %, фосфора – 21,2 %, калия – 19,4 %, в 2015–2018 гг. – 67,0 %, 18,3 % и 14,7 % соответственно. В Яковлевском районе за тот же период времени изменения доли азота не отмечено, однако величина этого показателя (более 70 %) была выше, чем в среднем по области (см. рисунок).

Высокий уровень использования органических удобрений в Яковлевском районе в совокупности с оптимальной агротехникой и применением минеральных удобрений привел к существенному повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Так, сбор ос-

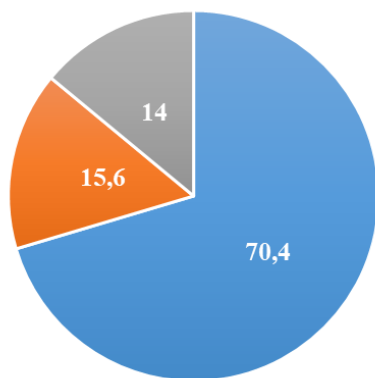


2010-2014 гг.

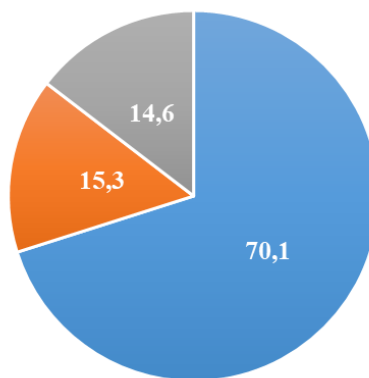


2015-2018 гг.

Белгородская область



2010-2014 гг.



2015-2018 гг.

■ - азот ■ - фосфор ■ - калий

Рисунок – Динамика структуры применения минеральных удобрений

новой продукции озимой пшеницы с единицы площади увеличился на 34,6 %, ярового ячменя – на 31,8 %, кукурузы на зерно – на 57,0 %, сахарной свёклы – на 53,3 %.

Важнейший показатель плодородия почв – содержание органического вещества, минерализация которого обеспечивает растения элементами питания. Кроме того, от величина этого показателя зависят водно-физические свойства почвы. Содержание органического вещества в слое 10...20 см чернозема типичного, не затронутого сельскохозяйственной деятельностью, составляет 10,1 % [9]. Растущие объемы внесения органических удобрений совместно с пожнивными остатками способствовали увеличению содержания органического вещества в почвах Яковлевского района в период с 2014 по 2018 гг. на 0,5 %. Основной прирост пришелся на группы со средним (4...6 %) и повышенным (6...8 %) содержанием органического вещества. По результатам обследования 2018 г., к группе со средним содержанием органического вещества относилось 83 % обследованных почв, с повышенным – 5,1 %, средневзвешенная величина этого показателя составила 5,1 %. Для сравнения: в почвах Белгородской области средневзвешенное содержание органического вещества за 2010–2014 гг. находилось на уровне 5,0 % [4]. Следствием накопления органического вещества в почве стало увеличение средневзвешенного содержания щелочногидролизуемого азота на 12 мг/кг (до 166 мг/кг).

Не менее важный показатель плодородия почвы – обеспеченность доступными формами фосфора и калия [10]. В верхней части гумусово-аккумулятивного горизонта целинных аналогов пахотных черноземов Белгородской области содержится 24...28 мг/кг подвижных форм фосфора и 101...105 мг/кг подвижных форм калия [11]. Старопахотные черноземы ЦЧО в середине прошлого века характеризовались достаточно низкой обеспеченностью подвижным фосфором [11]. В ходе интенсивной химизации, проводившейся в 80...90-х гг.

XX в., величина этого показателя возросла, однако в начале текущего столетия наметилась тенденция к ее снижению, связанная с сокращением использования удобрений [6, 8]. Значительный рост объемов внесения органических удобрений положительно сказался на содержании подвижных форм фосфора в почвах пашни Яковлевского района: с 2008 по 2018 гг. оно возросло на 66 мг/кг. По данным 10 цикла агрохимического обследования, 23,4 % почв района относится к группе среднеобеспеченных (51...100 мг/кг) подвижным фосфором, 28,2 % характеризуются повышенной (101...150 мг/кг) обеспеченностью этим элементом питания, 22,8 % – высокой (151...200 мг/кг), 24,7 % – очень высокой (более 200 мг/кг).

Черноземы обладают большими запасами валового калия, а фоновый уровень (в целинных почвах) обеспеченности подвижными формами этого элемента, как правило, всегда выше, чем фосфора [10]. Органические удобрения также служат одним из источников пополнения калия в почве. В связи с этим в Яковлевском районе за исследуемый период произошел значительный рост (на 63 мг/кг) его содержания. По данным 10 цикла агрохимического обследования, 44,1 % почв обследованной пашни можно отнести к группе высокообеспеченных (121...180 мг/кг) калием, 40,8 % – к группе с очень высокой (более 180 мг/кг) обеспеченностью.

Немаловажный прием высокоинтенсивного земледелия – химическая мелиорация кислых почв [4, 11]. Благодаря проведению известкования хозяйствам района удалось восполнить потери кальция, вызванные его миграцией в подпахотные слои. В 2010–2014 гг. в районе было произвестковано 9,1 тыс. га кислых почв, в 2015–2018 гг. – 32,7 тыс. га. В сумме за 2010–2018 гг. было внесено 596,8 тыс. т мелиоранта (в основном дефеката). В результате доля кислых почв снизилась с 84,7 % в 2009 г. до 52,9 % в 2018 г., в том числе среднекислых с 34,8 % до 9,7 % соответственно.

Таблица 2 – Динамика агрохимических показателей

Показатель	Цикл и год обследования		
	8 цикл (2009 г.)	9 цикл (2014 г.)	10 цикл (2018 г.)
pH _{KCl}	5,2	5,4	5,6
Гидролитическая кислотность, ммоль/100 г почвы	4,9	4,2	3,6
Доля кислых почв, % от обследованной площади	всего	84,7	76,1
	в том числе среднекислых	34,8	24,0
Массовая доля органического вещества, %	5,0	4,6	5,1
Массовая доля, мг/кг	щелочногидролизуемого азота	164	154
	подвижного фосфора	101	140
	подвижного калия	120	147
	подвижной серы	2,5	3
	подвижной меди	не опред.	0,103
	подвижного марганца	11	9,2
	подвижного цинка	0,4	0,45
подвижного кобальта	не опред.	0,078	

Средневзвешенная величина pH_{KCl} за этот период возросла с 5,2 до 5,6 ед., гидролитической кислотности – снизилась с 4,9 до 3,6 ммоль/100 г почвы.

Размер и качество урожая во многом определяет сбалансированное питание растений, важными компонентами которого служат микроэлементы [12, 13, 14]. Черноземы лесостепной зоны ЦЧР, как правило, характеризуются низкой обеспеченностью подвижными формами цинка, меди, кобальта [15]. Даже целинные черноземы обладают низкой обеспеченностью подвижными формами этих микроэлементов [9].

За период между 9 и 10 циклами агрохимического обследования отмечено увеличение средневзвешенного содержания в почвах подвижных форм марганца (на 3,9 мг/кг), цинка (на 0,25 мг/кг) и серы (на 1,7 мг/кг). Обеспеченность подвижными формами кобальта и меди была стабильной. Основным источником поступления микроэлементов в почву были органические удобрения.

По данным 10 цикла агрохимического обследования, к категории низкообеспеченных по содержанию подвижных форм цинка (менее 2 мг/кг) относится 95,4 % пахотных почв, кобальта (менее 0,15 мг/кг) – 99 %, меди (менее 0,2 мг/кг) – 96,1 %. Доля почв, низкообеспеченных подвижными формами марганца (менее 10 мг/кг), составила 26,7 %, серы

(менее 6 мг/кг) – 73,2 %. На таких почвах целесообразно внесение удобрений, содержащих недостающие микроэлементы.

Валовое содержание токсичных элементов (свинец, кадмий, ртуть и мышьяк) в пахотных почвах Яковлевского района, как и в других районах области [16], никогда не превышало уровней ориентировочно-допустимых концентраций.

Выводы. В условиях лесостепной зоны ЦЧО (Яковлевский район Белгородской области) увеличение средней по району дозы внесения органических удобрений с 6,5 т/га в 2010–2014 гг. до 14,6 т/га в 2015–2018 гг. при сохранении применения минеральных удобрений на уровне 82,9 кг д.в./га стало одним из основных факторов роста средневзвешенного содержания подвижных форм фосфора в почве с 101 до 167 мг/кг, калия – с 120 до 183, серы – с 2,5 до 4,7, марганца – с 11,0 до 13,1, цинка – с 0,4 до 0,7 мг/кг. Доведение объемов известкования по району за 2015–2018 гг. до 32,7 тыс. га способствовало снижению доли кислых почв с 84,7 в 2009 г. до 52,9 % в 2018 г. Одновременно с улучшением агрохимических параметров пахотных почв произошло значительное увеличение урожайности основных сельскохозяйственных культур: озимой пшеницы – с 3,38 до 4,55 т/га, кукурузы на зерно – с 4,84 до 7,60 т/га, сахарной свеклы – с 36,8 до 56,4 т/га.

Литература

1. Корчагин В.И. Эколого-агрохимическая оценка плодородия почв Воронежской области. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 2017. 28 с.
2. Чекмарев П.А., Сидоров А.В., Моисеев А.А. Динамика плодородия пахотных почв республики Мордовия // Достижения науки и техники АПК. 2017. №1. С. 4-9.
3. Четверикова Н.С. Динамика плодородия пахотных черноземов лесостепной зоны ЦЧО // Достижения науки и техники АПК. 2014. №2. С. 18-21.
4. Чекмарев П.А., Лукин С.В. Динамика плодородия пахотных почв, использования удобрений и урожайности основных сельскохозяйственных культур в Центрально-Черноземных областях России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2017. № 4. С. 41-44.
5. Плодородие чернозёмов России / под ред. Н.З. Милащенко. М.: Агроконсалт, 1998. 688 с.
6. Поддубный А.С. Динамика агрохимического состояния пахотных почв в лесостепи Белгородской области // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. №6. С. 15-17.
7. Соловichenko В.Д., Уваров Г.И. Эродированные почвы и комплекс противоэрозионных мероприятий // Белгородский агромир. 2011. №1. С. 14-16.
8. Акулов П.Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность черноземов. М.: Колос, 1992. 223 с.
9. Лукин С.В., Соловichenko В.Д. Результаты мониторинга плодородия почв государственного заповедника «Белогорье» // Достижения науки и техники АПК. 2008. №8. С. 15-17.
10. Минеев В.Г. Агрохимия и экологические функции калия. М.: Изд-во МГУ, 1999. 331 с.
11. Лукин С.В. Биологизация земледелия в Белгородской области: итоги и перспективы // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 7. С. 20-23.
12. Лукин С.В., Авраменко П.М., Меленцова С.В. Динамика содержания подвижных форм цинка и марганца в пахотных почвах Белгородской области // Агрохимия. 2006. №7. С. 5-8.
13. Хижняк Р.М. Экологическая оценка содержания микроэлементов (Zn, Cu, Mo, Co, Cr, Ni) в агроэкосистемах лесостепной зоны юго-западной части ЦЧО: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. М.: ТСХА, 2016. 24 с.
14. Жуйков Д.В. Сера и микроэлементы в агроценозах // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. №11. С.
15. Жуйков Д.В. Мониторинг содержания микроэлементов (Mn, Zn, Co) в агроценозах юго-западной части Центрально-Черноземного района России // Земледелие. 2020. №5. С. 9-13.
16. Селюкова С.В. Тяжелые металлы в агроценозах // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. №8. С. 85-93.

Сведения об авторе:

Суринов Артем Владимирович – заведующий лабораторией, e_mail: surinoff.2012@yandex.ru
 Центр агрохимической службы «Белгородский», Белгород, Россия

DYNAMICS OF FERTILITY OF AGRICULTURAL CHERNOZEMS OF FOREST-STEPPE ZONE
OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGIONS OF RUSSIA

A.V. Surinov

Abstract. The research was carried out to study the dynamics of fertility of arable soils in the southwestern part of the forest-steppe zone of the Central Chernozem region. The work was carried out according to the results of an agrochemical soil survey on the territory of Yakovlevsky district of Belgorod region. The soil cover was represented mainly by typical chernozems (57.7%) and leached (28.2%). Under these conditions, an increase in the average dose of organic fertilizers in the region from 6.5 t/ha in 2010–2014 up to 14.6 t/ha in 2015–2018 while maintaining the use of mineral fertilizers at the level of 82.9 kg a.i./ha, it became one of the main factors in the growth of the weighted average content of mobile forms of phosphorus in the soil from 101 to 167 mg/kg, potassium - from 120 to 183, sulfur - from 2.5 to 4.7, manganese - from 11.0 to 13.1, zinc - from 0.4 to 0.7 mg/kg. Bringing liming volumes in the region for 2015–2018 to 32.7 thousand hectares contributed to a decrease in the share of acidic soils from 84.7 in 2009 to 52.9% in 2018. Along with the improvement of the agrochemical parameters of arable soils, there was a significant increase in the yield of the main agricultural crops: winter wheat - from 3.38 to 4.55 t/ha, corn for grain - from 4.84 to 7.60 t/ha, sugar beet - from 36.8 to 56.4 t/ha.

Key words: phosphorus, potassium, fertilizers, chernozem, fertility, acidity, liming, organic matter, macro- and microelements.

References

1. Korchagin VI. Ekologo-agrokhimicheskaya otsenka plodorodiya pochv Voronezhskoi oblasti. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata sel'skokhozyaistvennykh nauk. [Ecological and agrochemical assessment of soil fertility in Voronezh region. Abstract of dissertation for the degree of Ph.D. of agricultural sciences]. Voronezh: "Voronezhskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet imeni imperatora Petra I". 2017; 28 p.
2. Chekmarev PA, Sidorov AV, Moiseev AA. [Dynamics of fertility of arable soils in the Republic of Mordovia]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2017; (1): 4-9 p.
3. Chetverikova NS. [The dynamics of fertility of arable chernozems of the forest-steppe zone of the Central Black Earth region]. 2014; (2): 18-21 p.
4. Chekmarev PA, Lukin SV. [Dynamics of fertility of arable soils, use of fertilizers and productivity of major agricultural crops in the Central Black Earth regions of Russia]. Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal. 2017; (4): 41-44 p.
5. Milashchenko NZ. Plodorodie chernozemov Rossii. [Fertility of black-earth zones of Russia]. Moscow: Agroconsult. 1998; 688 p.
6. Poddubnyi AS. [Dynamics of the agrochemical state of arable soils in the forest-steppe of Belgorod region]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2018; 32 (6): 15-17 p.
7. Solovichenko VD, Uvarov GI. [Eroded soils and a complex of anti-erosion measures]. Belgorodskii agromir. 2011; (1): 14-16 p.
8. Akulov PG. Vosproizvodstvo plodorodiya i produktivnost' chernozemov. – Moscow: Kolos. 1992; 223 p.
9. Lukin SV, Solovichenko VD. [Results of monitoring of soil fertility of the state reserve "Belogorye"]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2008; (8): 15-17 p.
10. Mineev VG. Agrokhimiya i ekologicheskie funktsii kaliya. [Agrochemistry and ecological functions of potassium]. – Moscow: Izd-vo MGU. 1999; 331 p.
11. Lukin SV. [Biologization of agriculture in the Belgorod region: results and prospects]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016; 30 (7): 20-23 p.
12. Lukin SV, Avramenko PM, Melentsova SV. [Dynamics of the content of mobile forms of zinc and manganese in arable soils of the Belgorod region]. Agrokhimiya. 2006; (7): 5-8 p.
13. Khizhnyak RM. Ekologicheskaya otsenka sodержaniya mikroelementov (Zn, Cu, Mo, Co, Cr, Ni) v agroekosistemakh lesostepnoi zony yugo-zapadnoi chasti TsChO: avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata biologicheskikh nauk. [Ecological assessment of the content of microelements (Zn, Cu, Mo, Co, Cr, Ni) in the agroecosystems of the forest-steppe zone of the southwestern part of the Central Black Earth region: abstract of the dissertation for the degree of Ph.D. of Biological sciences]. Moscow: TSKhA. 2016; 24 p.
14. Zhuikov DV. [Sulfur and trace elements in agrocenoses]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2020; 34 (11).
15. Zhuikov DV. [Monitoring of the content of trace elements (Mn, Zn, Co) in agrocenoses of the southwestern part of the Central Black Earth region of Russia]. Zemledelie. 2020; (5): 9-13 p.
16. Selyukova SV. [Heavy metals in agrocenoses]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2020; 34 (8): 85-93 p.

Authors:

Surinov Artem Vladimirovich – head of the laboratory, e-mail: surinoff.2012@yandex.ru
Agrochemical Service Center "Belgorodsky", Belgorod, Russia