
ВЛИЯНИЕ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ И ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ПЛОДОРОДИЕ И СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВ

**Лыхман Владимир Анатольевич¹
Безуглова Ольга Степановна^{1, 2}
Полиенко Елена Александровна¹
Дубинина Марина Николаевна¹
Наими Ольга Ивановна¹**

¹Федеральный Ростовский аграрный научный центр

²Южный федеральный университет

Представлены результаты исследований обоснования путей целенаправленного регулирования плодородия пахотного горизонта почвы в условиях Приазовской сельскохозяйственной зоны Ростовской области. Изучено влияние совместного применения пестицидов и гуминового препарата на плодородие почвы, в том числе структурные свойства чернозёма с целью снижения токсического действия пестицидов внесением в почву гуминовых препаратов в критические фазы вегетации сельскохозяйственных культур. Проведена оценка структурного состояния почвы с использованием сухого и мокрого просеивания по методу Н.И. Саввинова, рассчитаны коэффициенты структурности и водопрочности почвенных агрегатов (критерий АФИ) в динамике в течение вегетационных периодов под различными культурами. На основе данных многолетнего опыта с озимой пшеницей показано, что физические свойства почв зависят от погодных условий вегетационного сезона и более подвержены деградации при систематическом внесении пестицидов. Однако к концу опыта отмечаются признаки резистентности почвы к действию гербицидов, особенно на вариантах применения гуминовых препаратов. Нагляднее всего этот эффект проявляется в динамике критерия водопрочности агрегатов. Во время вегетационного периода 2017–2018 гг. сложились крайне неблагоприятные погодные условия с признаками засухи, однако внесение гуминовых препаратов в почву позволило снизить их неблагоприятное воздействие на структурное состояние почвы и повысить содержание водопрочных агрегатов. Несмотря на крайне низкое количество осадков в период вегетации 2019 г., в опыте отмечается рост величины коэффициента структурности, что указывает на улучшение агрофизических свойств чернозёма, особенно на варианте совместного применения пестицидов и гуминового препарата. Полученные результаты свидетельствуют об адаптогенном действии гуминовых препаратов, наиболее показательно оно в весенне-летние периоды стресса, обусловленного неблагоприятными погодными условиями.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гуминовый препарат, агрономически ценные агрегаты, водопрочная структура, плодородие почвы, водно-воздушный режим, пестициды, минеральные удобрения.

EFFECT OF COMBINED USE OF PESTICIDES AND HUMIC PREPARATIONS ON THE FERTILITY AND STRUCTURAL PROPERTIES OF CHERNOZEM SOILS

**Lykhman Vladimir A.¹
Bezuglova Olga S.^{1, 2}
Polienko Elena A.¹
Dubinina Marina N.¹
Naimi Olga I.¹**

¹Federal Rostov Agricultural Research Centre

²Southern Federal University

The authors present the results of research on substantiating the ways of purposeful regulation of fertility of arable soil horizon in the conditions of the Cis-Azov agricultural zone of Rostov Oblast. The authors have studied the effect of combined use of pesticides and humic preparation on soil fertility, including the structural properties of

chernozem in order to reduce the toxic effect of pesticides by applying humic preparations to the soil during the critical phases of vegetation of agricultural crops. Structural state of the soil was assessed using the method of dry and wet sieving according to N.I. Savvinov, and the coefficients of soil pedality and water stability of soil aggregates (API criterion) were calculated in dynamics during the vegetation periods under various crops. Based on the data of long-term experiment with winter wheat it is shown that physical properties of soils depend on weather conditions of vegetation season and are more susceptible to degradation due to systematic use of pesticides. However, by the end of experiment the signs of soil resistance to herbicides were noted, especially in the variants treated with humic preparations. This effect is most clearly manifested in the dynamics of the criterion of water stability of aggregates. During the vegetation season of 2017–2018 the weather conditions were extremely unfavorable with the signs of drought. However, soil treatment with humic preparations allowed reducing their adverse impact on the structural state of soil and increasing the content of water stable aggregates. Despite the extremely low amount of precipitation during the vegetation season of 2019, the experiment shows an increase in the value of soil pedality coefficient, which indicates an improvement in the agrophysical properties of chernozem, especially in the variant of combined use of pesticides and humic preparation. The obtained results suggest the adaptogenic effect of humic preparations, which is most prominent in the spring-summer periods of stress caused by unfavorable weather conditions.

KEYWORDS: humic preparation, agronomically valuable aggregates, water stable structure, soil fertility, water-air regime, pesticides, mineral fertilizers.

Введение
Современное сельскохозяйственное производство немыслимо без использования химических средств защиты растений. Видовой состав пестицидов постоянно увеличивается, а объёмы их ежегодного использования в мире превышают 2 млн т [19]. Мутагенная, канцерогенная, тератогенная и аллергенная активность пестицидов предопределяет высокую актуальность исследований, направленных на уменьшение дозирования пестицидов без снижения их эффективности. Существуют различные пути достижения этой цели, один из них – применение пестицидов в сочетании с другими препаратами, действие которых направлено на улучшение состояния растений, что позволяет снизить пестицидный стресс [15, 23].

Изучение влияния пестицидов на биологическую активность почвы показало, что их применение зачастую приводит к снижению численности микроорганизмов и уменьшению активности почвенных ферментов [15]. Как оказалось, наиболее чувствительными к пестицидам являются аммонифицирующие, олигонитрофильные, коринеподобные споровые бактерии и стрептомицеты, снижение численности которых приводит к изменению видового состава почвенных микробиологических сообществ [16, 21, 22], что не может не сказываться на свойствах почвы, которые прямо и опосредованно зависят от численности и видового состава микроорганизмов [5]. Прежде всего, к таким свойствам относятся содержание гумуса и состояние почвенной структуры. С учётом вышеизложенного возрастает актуальность изучения структурного состояния почвы и его изменения под влиянием обработок посевов возделываемых сельскохозяйственных культур пестицидами.

С целью регулирования плодородия пахотного горизонта почвы в условиях Приазовской сельскохозяйственной зоны Ростовской области, в частности снижения токсического действия пестицидов, проведены исследования влияния совместного применения пестицидов и гуминового препарата на плодородие почвы, в том числе структурные свойства чернозёма.

Условия, материалы и методы

Экспериментальные исследования проведены сотрудниками ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» в 2014–2019 гг.

Место проведения полевых опытов – поле № 73, ФГБНУ ФРАНЦ, Аксайский район Ростовской области, Приазовская сельскохозяйственная зона.

Климат Приазовской зоны засушливый, умеренно жаркий, континентальный. Относительная влажность воздуха имеет ярко выраженный годовой ход: наименьшие значения отмечаются в июле – 50–60%, в отдельные дни – 25–30% и ниже.

Уровень фотосинтетически активной радиации составляет 3,5–4,0 млрд ккал/га. Среднее многолетнее годовое количество осадков – 566 мм, распределение их в агрономической оценке часто неблагоприятное.

Накопление влаги в почве начинается в основном в конце октября – ноябре, и максимальный её запас отмечается ранней весной (с середины марта до начала апреля). Основные запасы почвенной влаги формируются в осенне-зимний период [1]. В 2017 г. за этот период выпало 164,8, в 2018 г. – 141,7 мм. За весенне-летний период вегетации (апрель – июль) количество осадков в 2018 г. составило 93,8 мм, в 2019 г. – 165,4 мм (рис. 1).

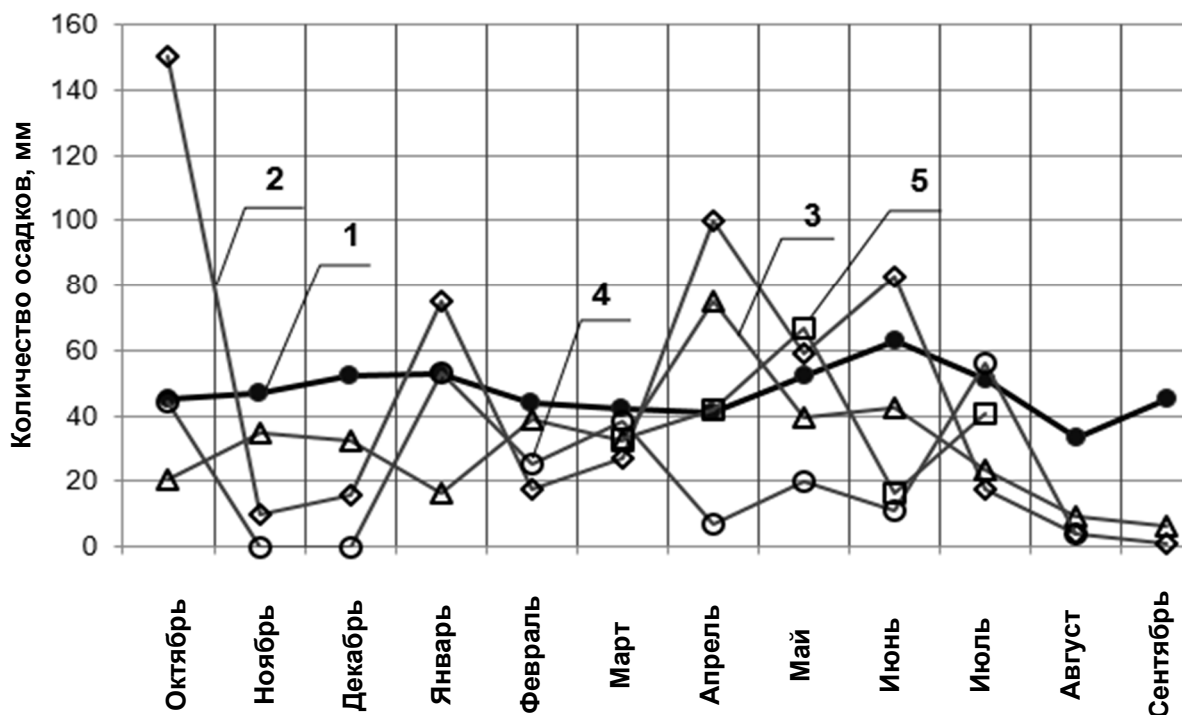


Рис. 1. Распределение осадков в осенне-летний период вегетации зерновых и зернобобовых культур: 1 – среднее многолетнее; 2 – 2014–2015 гг.; 3 – 2016–2017 гг.; 4 – 2017–2018 гг.; 5 – 2019 г.

В 2018 г. средняя температура составила +10,8°C, средняя температура в январе – –2,5°C, в июле – +25,6°C, температурный минимум зимой равнялся –13,4°C, температурный максимум в летний сезон – +35,0°C.

В 2019 г. средняя температура составила +12,0°C, средняя температура в январе – –1,9°C, в июле – +22,2°C, температурный минимум зимой равнялся –7,7°C, температурный максимум в летний сезон – +36,4°C.

Ростовская область относится к зоне рискованного земледелия по причине периодичности засушливых сезонов. В течение всего исследования уровень увлажнения постоянно варьировал. В 2018 г. ГТК за весенне-летний период составил 0,38, а 2019 г. характеризовался оптимальным увлажнением – 0,70. По этому значению территория возделывания зерновых культур в 2018 г. характеризуется как зона сухого земледелия, а в 2019 г. – как засушливая зона [20].

Почвы исследуемого участка представлены в основном чернозёмами обыкновенными карбонатными (приазовскими). По уровню своего плодородия этот тип почв является лучшим среди зональных почв Ростовской области. Содержание гумуса в

пахотном слое составляет 3,9–4,5%, количество валового азота – 0,20–0,25%, фосфора – 0,11–0,16%, калия – 2,3%. Содержание подвижных фосфатов – преимущественно низкое и очень низкое: в пахотном слое – 0,6–1,5 мг на 100 г почвы (по Мачигину); содержание обменного калия – повышенное: 30,0–47,0 мг на 100 г почвы (по Мачигину). Обеспеченность легкогидролизуемым азотом непостоянна, для нормального развития сельскохозяйственных культур требуется обязательное внесение азотных удобрений. Реакция почвенной среды в пахотном слое – 6,7–7,2 [4].

Полевой опыт был заложен по общепринятой методике [12].

Площадь опытного поля – 1 га, размер делянок – 24 × 30 м, повторность – трёхкратная.

В течение 2015–2019 гг. использовали различные средства химической защиты растений и гуминовые препараты (табл. 1, 2).

Таблица 1. Схема опыта в 2015–2018 гг.

Вариант	Удобрение, кг/га	Препараты и дозы внесения
1. Фон (контроль – К)	NH ₄ NO ₃ – 100	-
2. Фон + гуминовый препарат (К + Г)	NH ₄ NO ₃ – 100	ВЮ-Дон – 2 л/га
3. Фон + химическая система защиты (Х)	NH ₄ NO ₃ – 100	Гранстар Про – 15 г/га Альто Супер – 0,45 л/га
4. Фон + химическая система защиты + гуминовый препарат (Х + Г)	NH ₄ NO ₃ – 100	Гранстар Про – 15 г/га Альто Супер – 0,45 л/га ВЮ-Дон – 2 л/га

Таблица 2. Схема опыта в 2019 г.

Вариант	Удобрение	Препараты и дозы внесения
1. Фон (контроль – К)	N40P40K40	-
2. Фон + гуминовый препарат (К + Г)	N40P40K40	ВЮ-Дон-10 – 0,3 л/га
3. Фон + химическая система защиты (Х)	N40P40K40	Гезагард, КС – 3 л/га Би-58 Новый, КЭ – 1 л/га
4. Фон + химическая система защиты + гуминовый препарат (Х + Г)	N40P40K40	Гезагард, КС – 3 л/га Би-58 Новый, КЭ – 1 л/га ВЮ-Дон-10 – 0,3 л/га

Гуминовый препарат ВЮ-Дон получают методом щелочной экстракции из вермикомпостного биогумуса, содержание гуминовых кислот в нём составляет 2–2,5 г/дм³. Препарат ВЮ-Дон-10 является модификацией препарата ВЮ-Дон, отличается концентрацией гуминовых кислот, в данном препарате она составляет примерно 10 г/дм³, что позволяет использовать сниженные нормы расхода.

На опытном участке применялись агротехнологии возделывания озимой пшеницы, гороха и нута, рекомендованные для Приазовской зоны Ростовской области [14]. Обработка баковыми смесями была проведена в фазе формирования бобов.

Почвенные образцы отбирались из пахотного слоя согласно ГОСТ 28168-89 [10] по фазам вегетации: в 2015–2018 гг. – в фазе всходов, фазе кущения до обработки гуминовым препаратом и гербицидом, в фазе кущения через 14 дней после обработки гу-

миновым препаратом и гербицидом и на момент уборки озимой пшеницы; в 2019 г. – до посева и в фазе созревания бобов.

Оценку структурного состояния почвы проводили в соответствии с ГОСТ 12536-79 [9]. Для определения почвенной структуры применялось сухое и мокрое просеивание по методу Н.И. Саввинова.

Рассчитывали коэффициенты структурности и водопрочности почвенных агрегатов (критерий АФИ). При построении диаграмм использовали программу MS Excel.

Результаты и их обсуждение

На рисунке 2 представлена динамика коэффициента структурности чернозёма обыкновенного карбонатного по вариантам опыта в 2015–2018 гг.

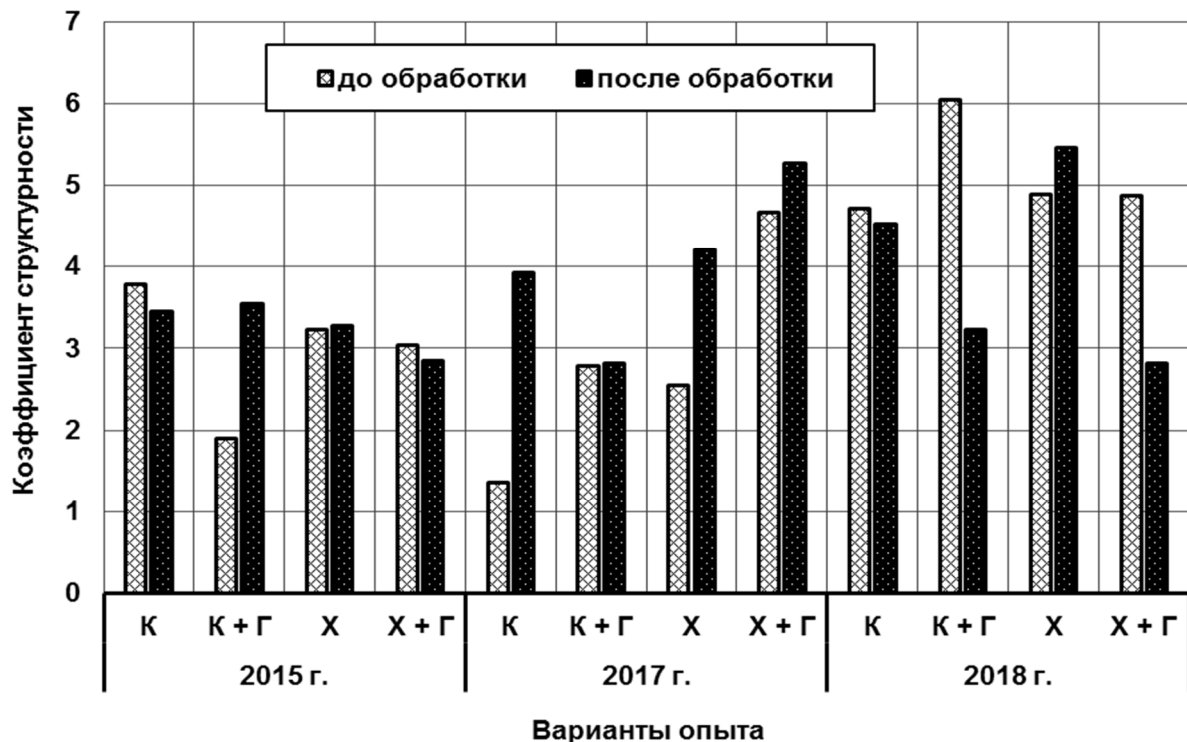


Рис. 2. Динамика коэффициента структурности чернозёма обыкновенного карбонатного по вариантам опыта в 2015–2018 гг.

Как следует из данных диаграммы, преобладание агрономически ценных фракций над пылеватыми и глыбистыми почвенными агрегатами при сухом просеивании прослеживается на вариантах применения гуминового препарата и выражается в величине коэффициента структурности.

На всех вариантах коэффициент структурности варьировал в диапазоне 1,4–7,0. Такое достаточно высокое варьирование, вероятно, обусловлено обработкой почвы сельскохозяйственными орудиями, а также значительным влиянием микрорельефа участка.

На фоновом варианте коэффициент структурности увеличился с 1,4 до 4,7, на варианте комбинированного применения гуминового препарата и химической защиты растений в 2017 г. – с 2,7 до 4,5, что, вероятно, обусловлено последствием пестицидов, которое проявляется в угнетении почвенной биоты, что, в свою очередь, может косвенно влиять на механизмы формирования агрономически ценной структуры [3]. Особенно хорошо это прослеживается в засушливом 2018 г.

В 2019 г. наблюдалась сходная картина: вне зависимости от смены действующего вещества пестицида на всех вариантах отмечена позитивная динамика коэффициента структурности (рис. 3).

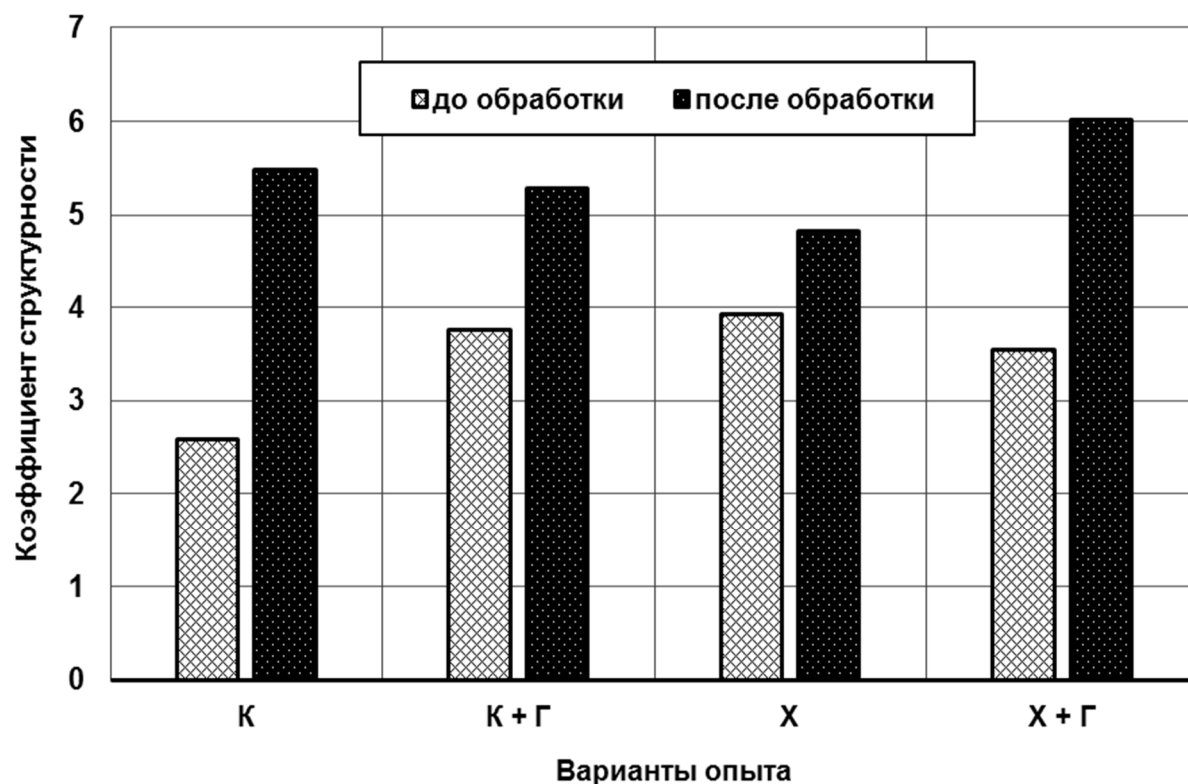


Рис. 3. Динамика коэффициента структурности чернозёма обыкновенного карбонатного по вариантам опыта в 2019 г.

Величина коэффициента структурности до обработки препаратами варьирует по вариантам опыта в пределах 2,5–3,9, а после обработки возрастает до 4,9–6,0. Однако если рассмотреть количественную разность значений коэффициента между двумя отборами, можно заметить, что максимальное увеличение показателя составляет на контроле +3,0, на варианте с совместным использованием средств защиты и гуминового препарата – +3,5, и эта разница статистически достоверна ($НСР_{0,05} = 2,0$).

В первом случае это объясняется опосредованным действием корневой системы вегетирующих растений, во втором случае проявляется свойство гуминового препарата снижать негативное действие пестицидов [13]. На двух других вариантах различия недостоверны, наблюдаемая динамика проявляется на уровне тенденции.

При изучении динамики количественных показателей агрофизических процессов наибольший интерес представляет водопрочность почвенных отдельностей от 5 до 0,25 мм (процент содержания водопрочных агрегатов рассчитывался по результатам мокрого просеивания).

Содержание водопрочных агрономически ценных агрегатов размером от 5 до 0,25 мм в почвенных образцах, отобранных до обработки в 2015, 2017, 2018 гг., варьировало в диапазоне 78–87%, что по шкале И.М. Бакшеева оценивается как избыточно высокая водопрочность почвенных отдельностей. Например, в 2018 г. содержание водопрочных агрегатов диаметром от 5 до 0,25 мм до обработки варьировало по вариантам опыта в пределах 67,5–78% (рис. 4).

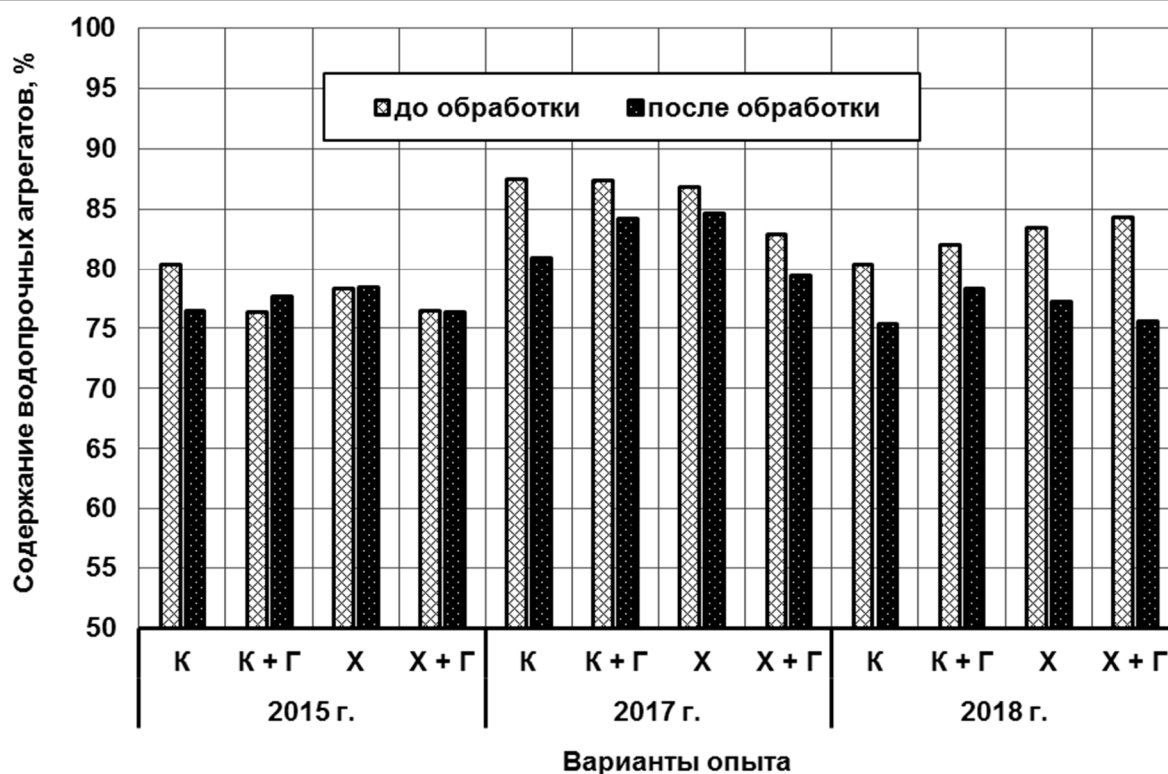


Рис. 4. Динамика содержания водопрочных агрегатов в чернозёме обыкновенном карбонатном по вариантам опыта в 2015–2018 гг.

В 2019 г., несмотря на изменение действующего вещества пестицидов, показатели динамики содержания водопрочных агрономически ценных агрегатов были аналогичны предыдущим годам (рис. 5).

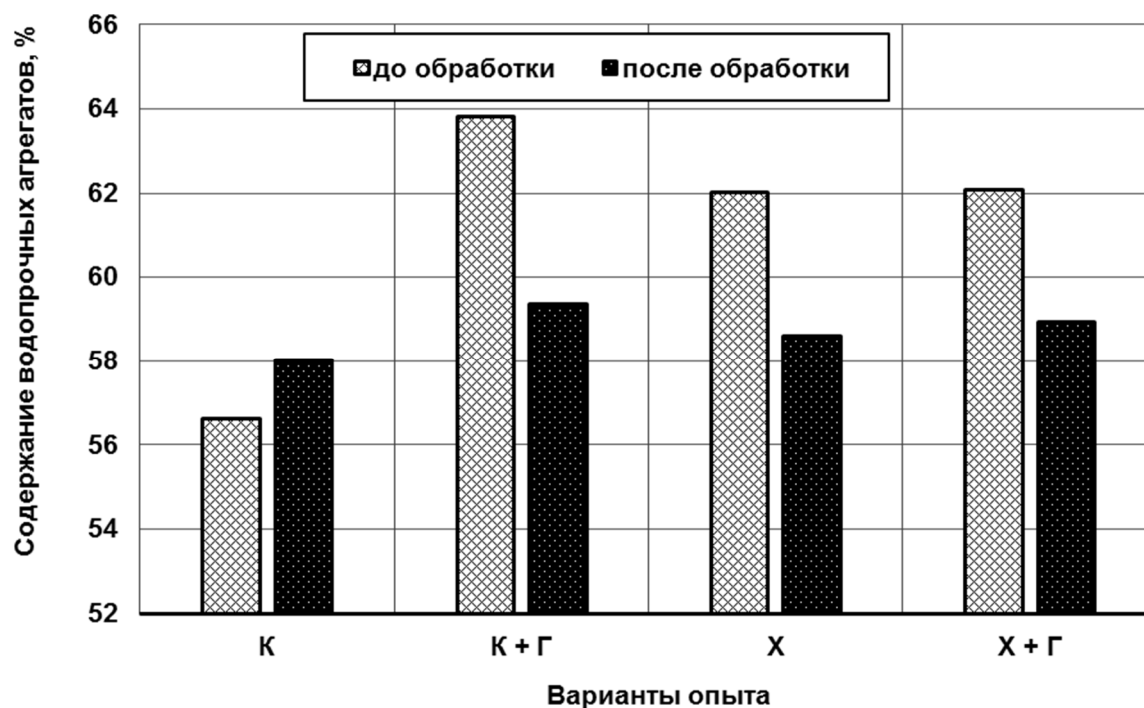


Рис. 5. Динамика содержания водопрочных агрегатов в чернозёме обыкновенном карбонатном по вариантам опыта в 2019 г.

Непосредственно перед внесением препаратов на опытных делянках содержание водопрочных агрегатов диаметром от 5 до 0,25 мм варьировало в пределах 56,4–63,9%. Такое состояние структуры по шкале Бахтина-Долгова оценивается как «от удовлетворительного до хорошего». Некоторая положительная динамика отмечена на варианте совместного внесения пестицидов и гуминового препарата (X + Г). Это свидетельствует о том, что деградационные процессы, вызванные применением средств химизации и механической обработкой почвы, оказались несколько сглаженными действием гуминового препарата. Обработка гуминовым препаратом вегетирующих растений способствует активизации их метаболизма, что, в свою очередь, стимулирует деятельность микроорганизмов в ризосфере и запускает процесс гумификации растительных остатков [8]. Новообразованные гуминовые кислоты активно воздействует на процессы формирования агрономически ценной структуры. Так как свежее органическое вещество повышает гумусированность почвы, оно опосредованно снижает ее плотность, улучшает структурность и водопрочность. Кроме того, высокогумусированные почвы имеют тёмную окраску, что напрямую влияет на такой агрофизический фактор, как альbedo, величина которого сказывается на тепловом режиме почв [7, 17].

Дополнительным показателем агрофизического состояния почв является критерий АФИ, который отражает соотношение агрономически ценных фракций агрегатов, учтённых в ходе сухого и мокрого просеивания [18].

Согласно данным, полученным в опыте 2015–2018 гг., до обработки соотношение водопрочных агрегатов при сухом и мокром просеивании на всех вариантах колебалось в диапазоне 100–500%. В контроле его значение достигло 452%, что характеризует структуру как очень хорошую. Однако во время вегетационного сезона неизбежные и неоднократные проходки сельскохозяйственных орудий приводят к деградациии агрофизических свойств. После обработки посевов препаратами на всех вариантах отчётливо прослеживается понижение значения критерия АФИ. На варианте применения пестицидов дегградация водопрочной структуры более заметная: критерий АФИ снижается с 340 до 150% (рис. 6).

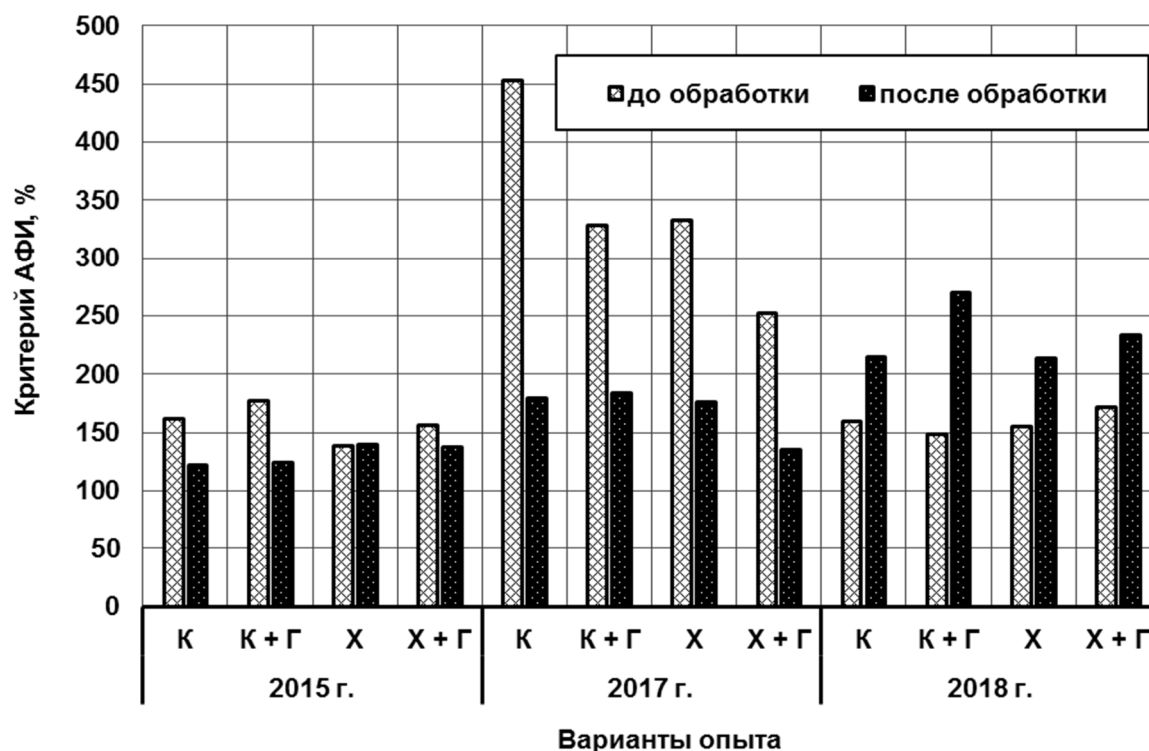


Рис. 6. Динамика критерия АФИ чернозёма обыкновенного карбонатного по вариантам опыта в 2015–2018 гг.

На варианте совместной обработки пестицидом и гуминовым препаратом отрицательная динамика сохраняется, однако она не так чётко выражена. Тем не менее при подробном анализе полученных результатов можно обнаружить рост цифровых значений на вариантах применения гуминовых препаратов: прирост критерия АФИ составил 12 и 21%, на статистически достоверную величину $НСР_{0,05} = 10,6\%$.

Результаты, полученные в 2019 г., также свидетельствуют о снижении некоторых показателей агрофизических свойств за период вегетации. Непосредственно перед внесением гуминового препарата и средств защиты содержание водопрочных агрегатов варьировало по вариантам от 121 до 146%, что соответствует хорошей оценке. Однако за период вегетации в почве происходят диспергационные процессы, способствующие распылению структуры и формированию глыбистых агрегатов. Эти явления обусловлены как проходками сельскохозяйственных орудий, так и диспергирующим действием катионов, входящих в состав удобрений, на коллоидные частицы в почве, из которых впоследствии формируются микроагрегаты и макроагрегаты [2, 6, 11]. По-видимому, некоторые фракции, а именно от 1 до 0,25 мм, более восприимчивы к динамике водно-воздушного режима в почве (рис. 7).

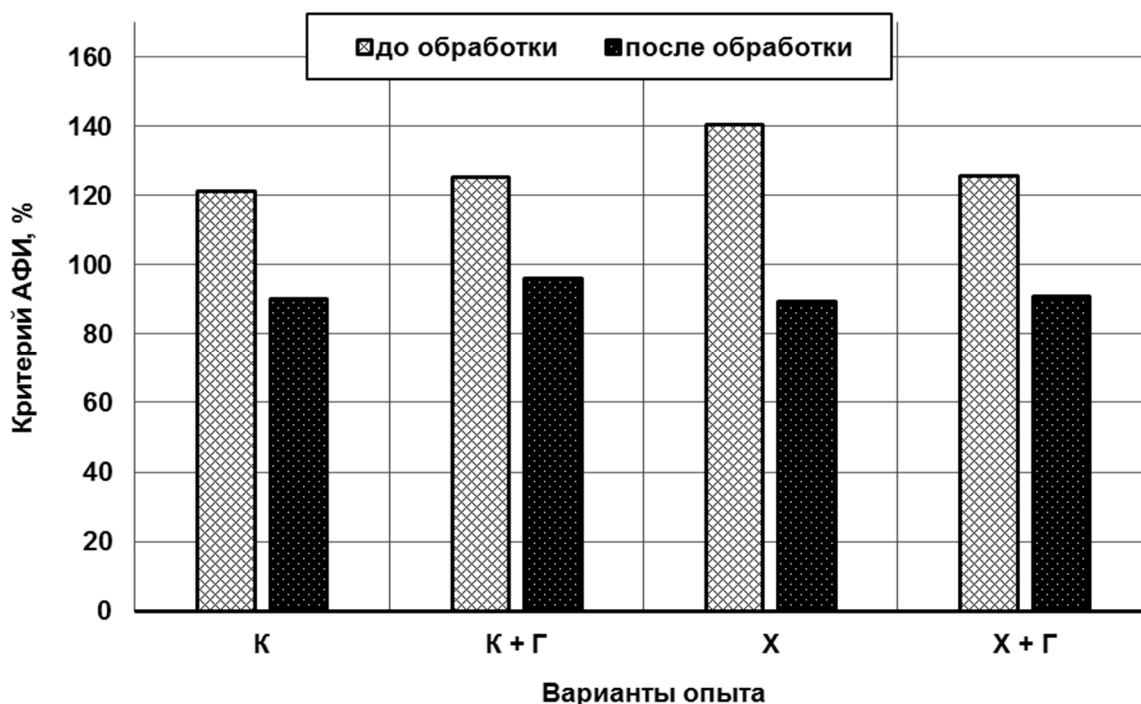


Рис. 7. Динамика критерия АФИ чернозёма обыкновенного карбонатного по вариантам опыта в 2019 г.

Подтверждением данного предположения может служить второй вариант (К + Г). После обработки гуминовым препаратом здесь отмечены максимальное значение критерия АФИ и положительная разница по сравнению с контролем, причём на статистически значимую величину (в сравнении с контролем +6,05 при $НСР_{0,05} = 5,02$), в то время как на третьем варианте (Х), где применялись только пестициды, наблюдается максимальное снижение величины данного показателя, что ещё раз может быть доказательством негативного опосредованного действия ядохимикатов на генезис агрономически ценных почвенных агрегатов.

Выводы

Многолетний опыт с озимой пшеницей показал, что физические свойства почв зависят от погодных условий и более подвержены деградации при систематическом

внесении пестицидов. Однако к концу опыта отмечаются признаки резистентности почвы к действию гербицидов, особенно на вариантах применения гуминовых препаратов. Нагляднее всего этот эффект проявляется в динамике критерия АФИ.

Несмотря на низкое количество осадков в период вегетации 2019 г. в опыте наблюдается рост величины коэффициента структурности, что указывает на улучшение агрофизических свойств чернозёма, особенно на варианте совместного применения пестицидов и гуминового препарата.

Полученные результаты свидетельствуют об адаптогенном действии гуминовых препаратов, особенно показательно оно в весенне-летние периоды при экстремальных погодных условиях.

Библиографический список

1. Агроклиматические ресурсы Ростовской области : справочник / Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Сев.-Кавк. упр. гидрометеорол. службы. Рост. гидрометеорол. обсерватория. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1972. – 251 с.
2. Александрова Л.Н. О природе органо-минеральных коллоидов и методах их изучения / Л.Н. Александрова, Т. Надь // Почвоведение. – 1958. – № 10. – С. 21–27.
3. Антипов-Каратаев И.Н. О почвенном агрегате и методах его исследования / И.Н. Антипов-Каратаев, В.В. Келлерман, Д.В. Хан. – Москва ; Ленинград : Изд-во и 2-я тип. Изд-ва Акад. наук СССР, 1948 (Москва). – 84 с.
4. Безуглова О.С. Почвы Ростовской области : учеб. пособие / О.С. Безуглова, М.М. Хырхырова. – Ростов-на-Дону : Изд-во Южного федерального университета, 2008. – 352 с.
5. Бурхан О.П. Влияние пестицидов на биологическую активность чернозёма типичного центральной зоны Северо-Западного Предкавказья : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 / О.П. Бурхан. – Краснодар, 2010. – 121 с.
6. Ванюшина А.Я. Органо-минеральные взаимодействия в почвах / А.Я. Ванюшина, Л.С. Травникова // Почвоведение. – 2003. – № 4. – С. 4–10.
7. Вильямс В.Р. Прочность и связность структуры почвы / В.Р. Вильямс // Почвоведение. – 1935. – № 5/6. – С. 746–754.
8. Влияние гуминовых препаратов на почвы и растения : монография / О.С. Безуглова, Е.А. Полиенко, А.В. Горюнов, В.А. Лыхман. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Изд-во Южного федерального университета, 2019. – 154 с.
9. ГОСТ 12536-79. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. – Введ. 1980–07–01. – Москва : ИПК Изд-во стандартов, 1980. – 16 с.
10. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб. – Введ. 1990–04–01. – Москва : ИПК Изд-во стандартов, 1989. – 6 с.
11. Гнатенко Ф.П. Эффективность плоскорезной обработки в почвозащитном севообороте / Ф.П. Гнатенко // Эффективность почвозащитных технологий обработки эродированных почв Украинской ССР : сб. науч. тр. – Киев : Южное отделение ВАСХНИЛ, 1987. – С. 64–71.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б.А. Доспехов. – 6-е изд., стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – Москва : Альянс, 2011. – 350 с.
13. Дубинина М.Н. Динамика каталазной активности чернозёма обыкновенного под влиянием удобрений и биологически активных веществ при возделывании озимой пшеницы / М.Н. Дубинина, В.А. Лыхман // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2019. – № 1-1 (31). – С. 27–33.
14. Зональные системы земледелия Ростовской области (на период 2013–2020 гг.) / Коллектив авторов ; ответственный за выпуск Зинченко В.Е. : в 3 ч. Ч. 1. – Ростов-на-Дону, 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://don-agro.ru/FILES/2020/ZONSYSEM/Sistema_zemled_do_2020_1.docx (дата обращения: 20.06.2020).

15. Конищева В.А. Влияние минеральных удобрений на фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы в лесостепной зоне Зауралья / В.А. Конищева, Д.И. Еремин // Земледелие. – 2014. – № 3. – С. 43–45.
16. Ксенофонтова О.Ю. Микроорганизмы почвы и пестициды / О.Ю. Ксенофонтова // LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 148 с.
17. Стекольников К.Е. Органическое земледелие в России – благо или катастрофа? / К.Е. Стекольников // Биосфера. – 2020. – Т. 12, № 1–2. – С. 53–62. DOI: 10.24855/BIOSFERA.V12I1.537.
18. Тюлин А.Ф. О формах связи гуминовых веществ с минеральной частью почвенных коллоидов и об их значении для понимания различных свойств почвенных коллоидов / А.Ф. Тюлин // Почвоведение. – 1938. – № 7–8. – С. 977–999.
19. Фисунов Н.В. Влияние обработки почв и способа посева на водопотребление озимой пшеницы в Зауралье / Н.В. Фисунов, Д.И. Еремин // Земледелие. – 2013. – № 3. – С. 24–26.
20. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР / Д.И. Шашко. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1985. – 248 с.
21. Changes in soil microbial community are linked to soil carbon fractions after afforestation / F.Z. Zhao, J. Wang, C.J. Ren, X.H. Han, G.H. Yang, L. Zhang // European Journal of Soil Science. – 2018. – Vol. 69 (2). – Pp. 370–379. DOI: 10.1111/ejss.12525.
22. Decadal changes in soil organic matter due to microaggregate and hot water extractable pools / S.M. Lambie, A. Ghani, P.L. Mudge, B.A. Stevenson // Soil Science Society of America Journal. – 2019. – Vol. 83 (1). – Pp. 78–85. DOI: 10.2136/sssaj2018.04.0133.
23. Effect of humic preparation on winter wheat productivity and rhizosphere microbial community under herbicide-induced stress / O.S. Bezuglova, A.V. Gorovtsov, A. Demidov, E.A. Polienko V.E. Zinchenko, A.V. Grinko, V.A. Lykhman, M.N. Dubinina // Journal of Soils and Sediments. – 2019. – Vol. 19 (6). – Pp. 2665–2675. DOI: 10.1007/s11368-018-02240-z.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ **Принадлежность к организации**

Владимир Анатольевич Лыхман – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биологического земледелия и защиты растений ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», Россия, Ростовская область, e-mail: lykvladimir@yandex.ru.

Ольга Степановна Безуглова – доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории биологического земледелия и защиты растений ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», Россия, Ростовская область; профессор кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Россия, г. Ростов-на-Дону, e-mail: lola314@mail.ru.

Елена Александровна Полиенко – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биологического земледелия и защиты растений ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», Россия, Ростовская область, e-mail: samonichewa@gmail.com.

Марина Николаевна Дубинина – младший научный сотрудник лаборатории биологического земледелия и защиты растений ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», Россия, Ростовская область, e-mail: dubinina-marina@rambler.ru.

Ольга Ивановна Наими – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биологического земледелия и защиты растений ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», Россия, Ростовская область, e-mail: o.naimi@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 21.07.2020

Дата принятия к печати 03.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS **Affiliations**

Vladimir A. Lykhman, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Biological Agriculture and Plant Protection Laboratory, Federal Rostov Agricultural Research Centre, Russia, Rostov Oblast, e-mail: lykvladimir@yandex.ru.

Olga S. Bezuglova, Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher, Biological Agriculture and Plant Protection Laboratory, Federal Rostov Agricultural Research Centre, Russia, Rostov Oblast; Professor, the Dept. of Soil Science and Valuation of Land Resources, Southern Federal University, Russia, Rostov-on-Don, e-mail: lola314@mail.ru.

Elena A. Polienko, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Biological Agriculture and Plant Protection Laboratory, Federal Rostov Agricultural Research Centre, Russia, Rostov Oblast, e-mail: samonichewa@gmail.com.

Marina N. Dubinina, Junior Researcher, Biological Agriculture and Plant Protection Laboratory, Federal Rostov Agricultural Research Centre, Russia, Rostov Oblast, e-mail: dubinina-marina@rambler.ru.

Olga I. Naimi, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Biological Agriculture and Plant Protection Laboratory, Federal Rostov Agricultural Research Centre, Russia, Rostov Oblast, e-mail: o.naimi@mail.ru.

Received July 21, 2020

Accepted after revision September 03, 2020