

почтительны (по максимальной величине прибавок урожая) на дерново-подзолистых почвах, серых лесных, черноземах выщелоченных, типичных и обыкновенных – 3,0-5,0 кг/га; на черноземах южных, североприазовских, предкавказских и карбонатных – 5,1-8,0; на каштановых – 7,0-10,0 и лугово-каштановых почвах (при орошении) – 10,0-15,0. 3. Цинковые удобрения при основном внесении (в почву) достаточно высоко окупаются прибавками урожая зеленой массы кукурузы – до 647-658 кг/кг з.е. на дерново-подзолистых и серых лесных почвах; на черноземах типичных и обыкновенных – 303-372 на почвах более южных регионов – 30-73 кг/кг з.е. 4. Использование цинковых удобрений под кукурузу на зеленую массу способствует повышению окупаемости традиционных NPK удобрений на 3,1 кг/кг з.е. в условиях дерново-подзолистых почв; на 2,6 на черноземах типичных и обыкновенных и на 1,1 кг/кг з.е. на орошаемых лугово-каштановых почвах.

#### Литература

1. Ансюк П.И. Рациональные способы использования микроэлементов в Латвии //Агрохимия.- 1990.- №11. – С. 140-150. 2. Аристархов А.Н. Нормирование рационального экологически безопасного применения микроудобрений в различных почвенно-климатических зонах России. – М.: Сб. трудов Почвенного института им. В.В.Докучаева, 2013. Т.2. – С. 229-344. 3. Аристархов А.Н., Волков А.В., Яковлева Т.А.

Агроэкономическая эффективность применения цинковых удобрений под яровую пшеницу на различных типах почв //Плодородие.- 2016.- №2. – С. 8-10. 4. Волкова В.Д. Влияние микроэлементов на кукурузу на обыкновенном черноземе Запорожской области //Агрохимия.- 1968.- №12.-С. 112-114. 5. Гюльяхмедов А.Н., Азимов А.М., Агаев Н.А. Применение цинка под кукурузу на светло-каштановых почвах //Докл. АН АзССР.- 1984.-№4. – С.75-78. 6. Диброва В.С. Применение цинковых удобрений под кукурузу //Агрохимия.- 1968. – №11. – С. 102-107. 7. Киреев В.Н., Федин М.А. и др. Производство кукурузы на силос. – М.: Россельхозиздат, 1995. – 200 с. 8. Магомедалиев З.Г. Урожайность зерновых культур в условиях равнинной зоны Дагестана при применении микроэлементов //Плодородие. – 2010. – №3. – С. 6-8. 9. Понамарев В.Г., Понамарева Т.Г. Цинковые удобрения под кукурузу //Химизация сельского хозяйства. – 1988. – №11. – С.60-61. 10. Смирнов Ю.А. Эффективность применения цинковых удобрений под кукурузу //Достижения сельскохозяйственной науки и практики. – 1984. – №2. – С. 37-45. 11. Сычев В.Г., Аристархов А.Н., Харитонова А.Ф. и др. Интенсификация продукционного процесса растений микроэлементами. Приемы управления. – М., 2009 – 520 с. 12. Сычев В.Г., Ефремов Е.Н., Аристархов А.Н. и др. Прогноз потребности и платежеспособного спроса сельского хозяйства Российской Федерации на минеральные удобрения до 2020 года. – М.: ВНИИА, 2011 – 53 с. 13. Сычев В.Г., Шафран С.А., Духанина Т.М. Прогноз потребности сельского хозяйства России в минеральных удобрениях с 2030 г. //Плодородие.- 2016. – №2. – С.5-7. 14. Школьник М.Я., Макарова Н.А. Микроэлементы в сельском хозяйстве. –Л.: Изд-во АН СССР, 1957 – 292 с. 15. Ягодин Б.А., Старовойтова В.Г., Хазем Моход. Продуктивность кукурузы при внесении микроэлементов на фоне разных норм основных удобрений //Известия ТСХА, 1990. Вып. 3. – С. 45-53.

## INFLUENCE OF AGROCHEMICAL PROPERTIES OF SOILS ON THE EFFICIENCY OF ZINC FERTILIZERS ON CORN FOR GREEN MASS

A.N. Aristarkhov, T.A. Yakovleva, Pryanishnikov All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry, Russian Academy of Sciences, ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia

*It is shown that the efficiency of zinc fertilizers mainly depends on soil reaction, contents of humus, mobile phosphorus, and, in some soil types, mobile potassium, as well as optimum application rates. It is proved that zinc fertilizers applied together with NPK are well recouped by an increase in the yield of corn green mass (to 300–650 kg) and favor an increase in the recoupment of traditional mineral fertilizers. The optimum rates of zinc fertilizers found in experiments with corn depend on soil types and water conditions of regions. They are 3.0–5.0 kg/ha for soils of the taiga, forest, and forest-steppe zones, and 5.0–10.0 kg/ha for soils of the steppe and dry steppe zones.*

**Keywords:** corn for green mass, zinc fertilizers, agrochemical properties of soils, soil types, yield gain, recoupment of zinc fertilizers and NPK+Zn.

УДК 631.461:631.8

## ДЕЙСТВИЕ МИКРОБИОУДОБРЕНИЯ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО НА ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

А.А. Мнатсаканян, КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко, М.Т. Мухина, ВНИИА

*Показано влияние микробиоудобрения МЭРС марки Б, биологического регулятора роста Эдагум СМ и химического регулятора роста Вигор Форте на целлюлозоразрушающую активность чернозема выщелоченного на посевах озимой пшеницы. Представлены данные по влиянию исследуемых препаратов на биологическую активность чернозема выщелоченного в течение вегетации озимой пшеницы за трехлетний период (2014-2016 гг.).*

**Ключевые слова:** чернозем выщелоченный, озимая пшеница, регуляторы роста растений, микробиоудобрение, целлюлозоразрушающая способность почвы, интенсивность распада, микроорганизмы.

Значение научно обоснованного ведения сельскохозяйственного производства и его рационального использования в мире возрастает. Это позволяет увеличивать масштабы сельскохозяйственного производства, а также обеспечивать экологическое равновесие окру-

жающей среды, её сохранение и воспроизводство, улучшать экологическое состояние почвы. По выражению В.И. Вернадского, «почва пропитана жизнью». Она является не только источником основных элементов питания растений, но и регулятором физических, химических и биологических ее свойств [2, 3].

Повышение почвенного плодородия, экологического состояния почвы осуществляется при непосредственном участии почвенных микроорганизмов, роль которых в улучшении плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур очень высока. Биологическая активность почвы оказывает огромное влияние на условия роста и развития культурных растений. Благодаря микроорганизмам, она приобретает свойство живой системы [1, 3].

Жизнедеятельность микроорганизмов в почве определяют агротехнические мероприятия: основные системы обработки, внесение удобрений и агрохимикатов,

которые в свою очередь влияют на ее биологическую активность. Поэтому в технологии возделывания сельскохозяйственных культур необходимо уделять должное внимание экологическому состоянию почвы и почвенной микрофлоре [3, 6].

Основная часть экологической функции почвы осуществляется при непосредственном участии почвенных микроорганизмов в непрерывных и циклических процессах деструкции и синтеза. Расщепляя поступающие в почву органические вещества, они переводят их в более простые соединения, которые в последующем вовлекаются в общий цикл почвообразования [1].

Биологическая активность почвы оказывает огромное влияние на условия роста и развития культурных растений. Такие агротехнические мероприятия как обработка почвы, внесение удобрений и агрохимикатов решающим образом определяют жизнедеятельность микроорганизмов в почве, тем самым и ее биологическую активность [3, 5, 6].

Сегодня научно обосновано и практически доказано, что рациональное использование микробиоудобрений и ростовых веществ повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды, увеличивает урожайность, улучшает качество продукции. В то же время влияние их на микробиологическую активность почвы при выращивании озимой пшеницы изучено слабо. Один из способов изучения биологической активности почвы – метод определения целлюлозоразрушающей способности микроорганизмов. Целлюлозоразрушающие микроорганизмы, разлагая клетчатку, синтезируют и частично выделяют в почвенную среду аминокислоты.

Цель наших исследований – установить влияние микробиоудобрений и регуляторов роста на целлюлозоразрушающую активность чернозема выщелоченного на посевах озимой пшеницы.

**Методика.** Целлюлозоразрушающая способность почвы – широко принятый показатель биологической активности, который определяется степенью распада и убылью сухой массы льняной ткани, выдержанной в почве определенный период времени, по методу Мишустина, Вострова, Петровой [6]. Интенсивность разрушения клетчатки (%) за вегетационный сезон определяют по шкале:

Очень слабая	< 10	Сильная	50-80
Слабая	10-30	Очень сильная	> 80
Средняя	30-50		

Исследования проводили на базе Краснодарского НИИ сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко. Повторность 3-кратная. Схема опыта включала следующие варианты:

1. Контроль;
2. МЭРС марки Б (обработка посевного материала в дозе 500 мл/т семян, некорневая подкормка – 600 мл/га);
3. Вигор Форте (обработка посевного материала в дозе 25 г/т семян, некорневая подкормка – 25 г/га);
4. Эдагум СМ (обработка посевного материала в дозе 300 мл/т семян, некорневая подкормка – 400 мл/га).

Опыт (2014-2016 гг.) по определению биологической активности почвы, в котором рассматривалось влияние исследуемых препаратов на активность почвенных микроорганизмов путем интенсивности разложения льняных полотен, был заложен на фоне азотной под-

кормки. Высевался сорт озимой пшеницы Гром селекции КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко [5].

Почва опытного поля – чернозем выщелоченный малогумусный сверхмощный тяжелосуглинистый. Содержание подвижного фосфора – 44 мг/кг почвы (повышенная обеспеченность), обменного калия – 320 мг/кг почвы (высокая обеспеченность). Агротехника общепринятая для зоны.

**Результаты и их обсуждение.** Активность почвенных микроорганизмов зависит от температуры почвы и влажности. Анализ метеорологических данных за годы исследований показал, что в момент закладки опыта, в начале апреля, и в течение первых 30 дней исследований температура воздуха изменялась от 8,8 до 15,7°C, средняя температура за месяц составила 12,8°C. Осадков за апрель выпало 42,7 мм, что ниже среднеегодовой суммы на 12,3 мм. В весенний период почва прогревается медленно, поэтому разница между воздушной и почвенной температурой достигает 3-4°C. Соответственно на момент закладки опытов активность почвенных микроорганизмов в исследуемых вариантах была низкой.

Однако, несмотря на эти факторы, исследуемые препараты в той или иной степени повлияли на микробиологическую активность почвы, что обосновывается различными показателями разложения льняных полотен при извлечении их из почвы на 30-й день исследований (табл.).

**Интенсивность разложения льняных полотен в зависимости от изучаемых препаратов, % к исходной массе**

Вариант опыта	Число дней от начала закладки опыта				
	30	45	60	75	90
<i>2014 г.</i>					
Контроль	3,6	16,5	28,5	39,7	62,6
МЭРС марки Б	9,8	27,4	39,3	58,6	79,5
Вигор Форте	5,8	17,2	33,6	49,4	69,4
Эдагум СМ	7,0	21,0	36,3	55,4	75,3
НСР <sub>05</sub>	0,2	0,6	1,0	1,3	1,9
<i>2015 г.</i>					
Контроль	2,4	15,9	28,5	39,7	63,5
МЭРС марки Б	8,6	29,7	42,3	61,2	82,1
Вигор Форте	3,1	16,3	31,3	48,7	69,2
Эдагум СМ	4,8	23,6	40,8	57,2	76,4
НСР <sub>05</sub>	0,3	0,7	1,4	1,3	1,3
<i>2016 г.</i>					
Контроль	4,2	17,4	29,7	41,3	64,3
МЭРС марки Б	10,3	26,5	40,0	59,8	80,4
Вигор Форте	5,7	18,5	35,4	50,5	71,3
Эдагум СМ	6,1	22,3	39,7	57,1	78,4
НСР <sub>05</sub>	0,7	1,0	1,7	1,2	2,2
<i>2014-2016 гг.</i>					
Контроль	3,4	16,6	28,9	40,2	63,5
МЭРС марки Б	9,6	27,9	40,5	59,8	80,7
Вигор Форте	4,9	17,3	33,4	49,5	70,0
Эдагум СМ	6,0	22,3	38,9	56,6	76,7
НСР <sub>05</sub>	1,1	2,7	3,5	1,8	1,9

В вариантах при применении биологических препаратов уровень распада льняной ткани значительно выше контроля и варианта с применением химического регулятора роста Вигор Форте. Максимальная интенсивность разложения отмечена в варианте при обработке микробиоудобрением МЭРС марки Б, что на 6,2% выше контроля и на 4,0 и 2,8% по сравнению с препаратами Вигор Форте и Эдагум СМ соответственно.

Май характеризовался активным нарастанием температуры воздуха: в I и II декадах температура повысилась с 14,6 до 20,9°C, сумма осадков составила 38,2 мм.

Активность микроорганизмов на 45-й день опыта также возросла в среднем на 14%. Минимальная убыль льняных полотен на этот день учета отмечена на контроле и при применении препарата Вигор Форте. Биологические препараты Эдагум СМ и МЭРС марки Б интенсивнее повышают активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов, о чем свидетельствует распад полотен, убыль которых превышает контроль на 5,7–11,3%.

Интенсивное разложение полотен проходило и в последующие 15 дней. Анализ данных на 60-й день учета показал, что на контроле и в варианте с внесением препарата МЭРС марки Б за 2 недели интенсивность разложения полотен возросла по отношению к предыдущему учету на 12%, в то время как при применении регулятора роста Вигор Форте и микробиодобрения МЭРС марки Б – на 16%. Следует отметить, что наибольшая интенсивность разложения льняного полотна сохранилась в варианте при использовании препарата МЭРС марки Б.

Отбор, проводимый на 75-й день эксперимента, показал сохранение динамики интенсивности разложения полотен во всех исследуемых вариантах. Применение регуляторов роста и водорастворимых микробиодобрений оказывало стабильное стимулирующее действие на целлюлозоразрушающую активность почвенных микроорганизмов. Данная тенденция наблюдалась и при следующем отборе, когда разложение полотна на контроле составило 40,2 %, а исследуемые препараты существенно влияли на этот показатель. Так, в варианте с применением химического регулятора роста Вигор Форте убыль льняного полотна была на 9,7 % выше, чем на контроле. В варианте с препаратом Эдагум СМ разница с контролем составила 15,7%, при применении микробиодобрения МЭРС марки Б убыль полотна превысила контроль на 18,9%.

Завершающий отбор, который состоялся на 90-ые сутки с момента закладки полотен, провели после уборки озимой пшеницы. Интенсивность разложения полотен, которая наблюдалась ранее, изменялась от 20 до 23%, в зависимости от варианта исследований. На контроле степень распада составила 62,6%. При применении изучаемых препаратов убыль полотна увеличилась по отношению к контролю и составила в варианте с использованием химического регулятора роста Вигор Форте – 70,0%, биологических препаратов Эдагум СМ – 76,7 %, где интенсивность разрушения клетчатки характеризуется как сильная. Однако, в варианте при обработке препаратом МЭРС марки Б интенсивность

разрушения клетчатки свыше 80%, что характеризует ее как очень сильную.

Более наглядно активность микроорганизмов, к концу исследования по датам учета изучаемых препаратов отображена на рисунке.

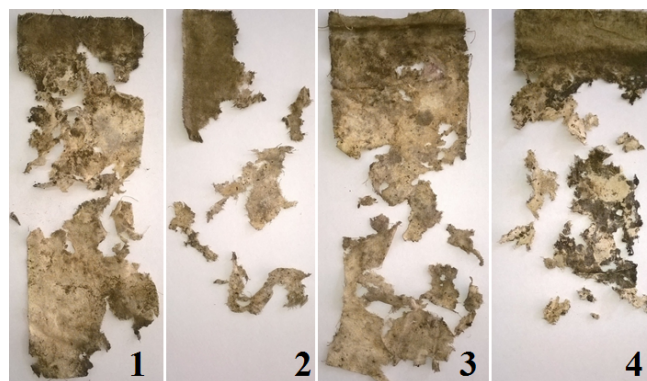


Рис. Степень разложения льняных полотен в зависимости от изучаемых препаратов на 90-й день:

1 – контроль; 2 – МЭРС марки Б; 3 – Вигор Форте; 4 – Эдагум СМ

**Выводы.** 1. В результате проведенных исследований установлено, что под воздействием исследуемых препаратов увеличивается микробиологическая активность почвы. 2. Наибольший эффект на целлюлозоразрушающую способность почвенных микроорганизмов, в технологии возделывания озимой пшеницы, получен при обработке семян и некорневой подкормке микробиодобрением МЭРС марки Б. 3. Для улучшения плодородия почвы рекомендуется вносить препарат МЭРС марки Б, согласно регламенту применения (обработка посевного материала в дозе 500 мл/т семян, некорневая подкормка – 600 мл/га).

#### Литература

1. Белоченко И.С. Экология Краснодарского края / И.С. Белоченко ; КубГАУ. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – 356 с.
2. Васильев И.П. Практикум по земледелию / И.П. Васильев, А.М. Туликов, Г.И. Быздырев и [др.] – М.: Колос, 2005. – 424 с.
3. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продукты земледелия / Е.Н. Мишустин. – М.: Наука, 1972. – 341 с.
4. Пшеница: история, морфология, биология, селекция / В.В. Шелепов, Н.П. Чебаков, В.А. Вергунов, В.С. Кочмарский. – М.: Миронивский институт пшеницы, 2009. – 579 с.
5. Сорты пшеницы и тритикале : каталог Л.А. Беспалова и [др.]. – Краснодар, 2016. – 152 с.
6. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д.Г. Звягинцев, И.В. Асеева, И.П. Бабьева, Т.Г. Мирчинк// Под ред. Д.Г. Звягинцева. – М., 1980. – 229 с.

## EFFECT OF MICROFERTILIZER AND PLANT GROWTH REGULATORS ON THE MICROBIOLOGICAL ACTIVITY OF LEACHED CHERNOZEM UNDER WINTER WHEAT

A.A. Mnamsakanyan<sup>1</sup>, M.T. Mukhina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Luk'yanenko Research Institute of Agriculture, Krasnodar, 350012 Russia, <sup>2</sup>Pryanishnikov All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry, Russian Academy of Sciences, ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia

Effect of the microfertilizer MERS grade A, the biological plant growth regulator Edagum CM, and the chemical plant growth regulator Vigor Forte on the cellulose-decomposing activity of leached chernozem under winter wheat is shown. Effect of the studied preparations on the biological activity of leached chernozem during the vegetation of winter wheat over the three-year-log period (2014–2016) is revealed.

Keywords: leached chernozem, winter wheat, plant growth regulators, microfertilizer, cellulose-decomposing capacity of soil, decomposition rate, microorganisms.