

10. Albrecht H.J. Research on Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) in Germany. Seabuckthorn (*Hippophae* L.): A multipurpose Wonder Plant. Vol. 1 (V. Singh et al., Eds., 2003, India), p. 178-186

References

1. Panteleeva E.I. Oblepikha krushinovaya (*Hippophae rhamnoides* L.). – Barnaul, 2006. – 249 s.

2. Pomologiya. V 5 t. Tom V: Zemlyanika. Malina. Orekhoplodnye i redkie kultury / pod red. E.N. Sedova, L.A. Gryuner. – Orel: VNIISPK, 2014. – S. 454-540.

3. Pomologiya sortov plodovo-yagodnykh, ovoshchnykh kultur i kartofelya seleksii Yuzhno-Uralskogo NII sadovodstva i kartofel'evodstva / pod red. A.A. Vasileva. – Chelyabinsk: FGBNU YuUNIISK, 2018. – S. 395-411

4. Shiripnimbueva B.Ts., Myakhanova N.T., Budaeva N.A. Intensivnye sorta oblepikhi buryatskoy seleksii // *Sovremennoe sadovodstvo – Contemporary Horticulture*. – 2014. – No. 3. – S. 60-64.

5. Vasileva N.A., Guseva N.K. Sovremennye sorta oblepikhi buryatskoy seleksii // *Nauchnyy almanakh*. – 2016. – No. 4-4 (18). – S. 17-19.

6. Gunin A.V., Panteleeva E.I., Zubarev Yu.A., Pugach V.A., Vorobeva A.V. Otsenka sortov i gibridov oblepikhi po pokazatelyam, vliyayushchim na proizvoditelnost sboro urozhaya // *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2018. – No. 7 (165). – S. 70-76.

7. Kondrashov V.T., Panteleeva E.I., Kalinina I.P., Gryuner L.A. Oblepikha // *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur*. – Orel, 1999. – S. 404-416.

8. Panteleeva E.I., Zubarev Yu.A., Oderova E.V., Gunin A.V., Gushchina E.N., Ivanova V.F., Makhonova N.T., Smykova T.K., Kuzmina A.A. Oblepikha // *Programma rabot selektsentra Nauchno-issledovatel'skogo instituta sadovodstva Sibiri imeni M.A. Lisavenko do 2030 goda*. – Novosibirsk, 2011. – S. 136-163.

9. Panteleeva E.I. Seleksiya i sortoizuchenie oblepikhi: uchebno-metodicheskoe posobie. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2010. – 44 s.

10. Albrecht H.J. Research on Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) in Germany. Seabuckthorn (*Hippophae* L.): A multipurpose Wonder Plant. Vol. 1 (V. Singh et al., Eds., 2003, India), p. 178-186.



УДК 631.8:631.46:633.11:631.55

О.Ф. Хамова, Е.В. Тукмачева, Н.Н. Шулико
O.F. Khamova, Ye.V. Tukmacheva, N.N. Shuliko

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ, СОЛОМЫ И ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН НА МИКРОФЛОРУ РИЗОСФЕРЫ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ЕЁ УРОЖАЙНОСТЬ

THE IMPACT OF MINERAL FERTILIZER AND STRAW APPLICATION TOGETHER WITH SEED INOCULATION ON RHIZOSPHERE MICROFLORA OF WINTER WHEAT AND ITS YIELDS

Ключевые слова: озимая пшеница, биологическая активность почвы, удобрения, солома, инокуляция, урожайность.

Keywords: winter wheat, soil biological activity, fertilizers, straw, inoculation, yielding capacity.

Инокуляция семян озимой пшеницы биопрепаратом комплексного действия «Ризоагрин» на фоне $N_{15}P_{23}$ отдельно и в сочетании с соломой оказала положительное воздействие на биологические свойства лугово-черноземной почвы, стимулировала рост численности почвенной микрофлоры. О положительном влиянии удобрений и инокуляции семян озимой пшеницы нового перспективного сорта Прииртышская на микрофлору почвы и продуктивность культуры свидетельствуют полученные тесные корреляционные зависимости между общей численностью микроорганизмов в ризосфере, количеством нитрификаторов, бактерий на МПА, олигонитрофилов, фосфатмобилизирующих бактерий и урожайностью ($r=0,71-0,93$). Коэффициент трансформации органических соединений (Пм) в вариантах с удобрениями составлял 96 единиц при уровне 52-81 на контроле. Наиболее высокий урожай зерна озимой пшеницы 4,48-5,24 т/га был получен в варианте с применением минеральных удобрений $N_{15}P_{23}$ и соломы.

Хамова Ольга Федоровна, к.б.н., с.н.с., вед. н.с., Омский Аграрный научный центр, г. Омск. Тел.: (3812) 77-69-90. E-mail: 55asc@bk.ru.

Тукмачева Елена Васильевна, к.б.н., с.н.с., Омский Аграрный научный центр, г. Омск. Тел.: (3812) 77-68-89. E-mail: 55asc@bk.ru; res81@mail.ru.

Шулико Наталья Николаевна, к.с.-х.н., с.н.с., Омский Аграрный научный центр, г. Омск. Тел.: (3812) 77-69-90. E-mail: 55asc@bk.ru.

Inoculation of winter wheat seeds with Rhizoagrin - a biological product of comprehensive action on the background of $N_{15}P_{23}$ separately and in combination with straw had positive effect on the biological properties of meadow chernozem soil, stimulated an increase in the number of soil microflora. The positive effect of fertilizers and inoculation of winter wheat seeds of a new promising variety Priirtyshskaya on soil microflora and crop productivity was evidenced by the close correlation between the total number of microorganisms in the rhizosphere, the number of nitrification agents, bacteria on meat-and-peptone agar, *oligonitrophilic* bacteria, phosphate mobilizing bacteria and crop yields ($r = 0.71-0.93$). The transformation coefficient of organic compounds in the variants with fertilizers was 96 units as compared to 52-81 units in the control. The highest grain yield of winter wheat (4.48-5.24 t ha) was obtained in the variant with the use of mineral fertilizers $N_{15}P_{23}$ and straw.

Khamova Olga Fedorovna, Cand. Bio. Sci., Senior Staff Scientist, Leading Staff Scientist, Omsk Agricultural Scientific Center. Ph.: (3812) 77-69-90. E-mail: 55asc@bk.ru.

Tukmacheva Yelena Vasilyevna, Cand. Bio. Sci., Senior Staff Scientist, Omsk Agricultural Scientific Center. Ph.: (3812) 77-68-89. E-mail: 55asc@bk.ru.

Shuliko Natalya Nikolayevna, Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Omsk Agricultural Scientific Center. Ph.: (3812) 77-69-90. E-mail: 55asc@bk.ru.

Введение

Микробные препараты являются дополнительным источником, а иногда и альтернативой использованию агрохимикатов, поскольку улучшают минеральное питание растений, защиту от патогенов, сохраняя экологическую ситуацию в агроценозе [1-3]. Получение высокой продуктивности сельскохозяйственных культур невозможно при полном отказе от агрохимикатов, однако уровень их внесения может быть меньше [4]. Решить проблемы энергосбережения невозможно без использования более дешевого и экологически безопасного биологического азота [5].

Биопрепараты комплексного действия (в том числе ризоагрины) созданы на основе чи-

стых культур отселектированных почвенных микроорганизмов, выделенных из почвы и корней растений. Поэтому они нетоксичны, экологически безопасны для почвенного биоценоза [6]. Микроорганизмы, являющиеся основой биопрепаратов, тесно взаимодействуют с растением, образуя ассоциативный симбиоз [7, 8].

Цель исследований – оценить влияние одного из агротехнологических приемов – предпосевной обработки семян озимой пшеницы биопрепаратом ассоциативных азотфиксаторов на биологическую активность ризосферы культуры и ее урожайность отдельно и в сочетании с использованием умеренной дозы минеральных удобрений

(N₁₅P₂₃) и заделкой соломы предшествующих культур.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились в полевом опыте закладки 1988 г. на основе шестипольного зернопарового севооборота с выводным полем люцерны в 2018-2019 гг. В опыте использован новый сорт пшеницы селекции АНЦ «Омский» Прииртышская.

Почва – лугово-черноземная среднетяжелосуглинистая с содержанием гумуса 6,8%. Обеспеченность пахотного слоя азотом нитратов перед посевом – высокая, подвижным фосфором и калием – очень высокая.

Для предпосевной обработки семян озимой пшеницы был использован ризоагрин – биопрепарат на основе *Agrobacterium radiobacter* шт. 204 (ВНИИСХМ, г. Пушкин) из расчета 600 г на гектарную норму семян. Предшественник – паровое поле. Делянка площадью 20 м² делилась пополам для посева инокулированными и инокулированными семенами. В течение вегетации проводился отбор проб ризосферы пшеницы для микробиологического анализа по фазам развития культуры: кущение, колошение, налив зерна.

Численность микроорганизмов в ризосфере культуры учитывалась путем посева на твердые питательные среды: мясопептонный агар (МПА) для бактерий, утилизирующих органические соединения азота, крахмало-аммиачный (КАА) – для микроорганизмов, потребляющих минеральный азот, среду Муромцева – для бактерий, мобилизующих минеральные фосфаты, среду Мишустинной – для олигонитрофилов, среду Гетчинсона – для целлюлозоразрушающих микроорганизмов, водный выщелоченный

агар с добавлением войной аммонийно-магниевой соли фосфорной кислоты – для нитрификаторов, подкисленную среду Чапека – для грибов [9]. Азот нитратов определялся по Грандваль-Ляжу с дисульфифеноловой кислотой, подвижный фосфор – по В.А. Францесону [10], интенсивность разложения целлюлозы в почве – аппликационным методом по Л.Д. Тихомировой [11].

Погодные условия вегетационного периода 2018 г. отличались достаточным увлажнением. ГТК за май-август составил 1,31 при норме 1,10. Засушливыми были первая и вторая декады июля (ГТК июля 0,75).

За период май-август 2019 г. количество осадков было близко к норме – 193 мм при норме 206 мм. Температура воздуха соответствовала средней многолетней (16,5⁰С при норме 16,7⁰С) с отклонением в -0,2⁰С. ГТК за май-август 2019 г. составил 0,99, т.е. практически норма.

В целом, погодные условия вегетационных периодов лет исследований (2018-2019 гг.) были благоприятными для получения урожая озимых зерновых культур. Однако большое количество выпавших осадков в течение лета 2018 г. способствовало получению более высокого в сравнении с 2019 г. уровня урожайности культуры.

Результаты и их обсуждение

Проведенными в 2018 г. исследованиями установлено, что среди вариантов опыта наиболее высокой общей численностью выделялись инокуляция семян пшеницы на фоне N₁₅P₂₃, а также сочетание всех изучаемых факторов – применение минеральных удобрений, соломы и инокуляции семян, соответственно, 450,5 и 399,4 млн КОЕ/г при уровне на контроле 216,9 млн КОЕ/г (рис. 1).

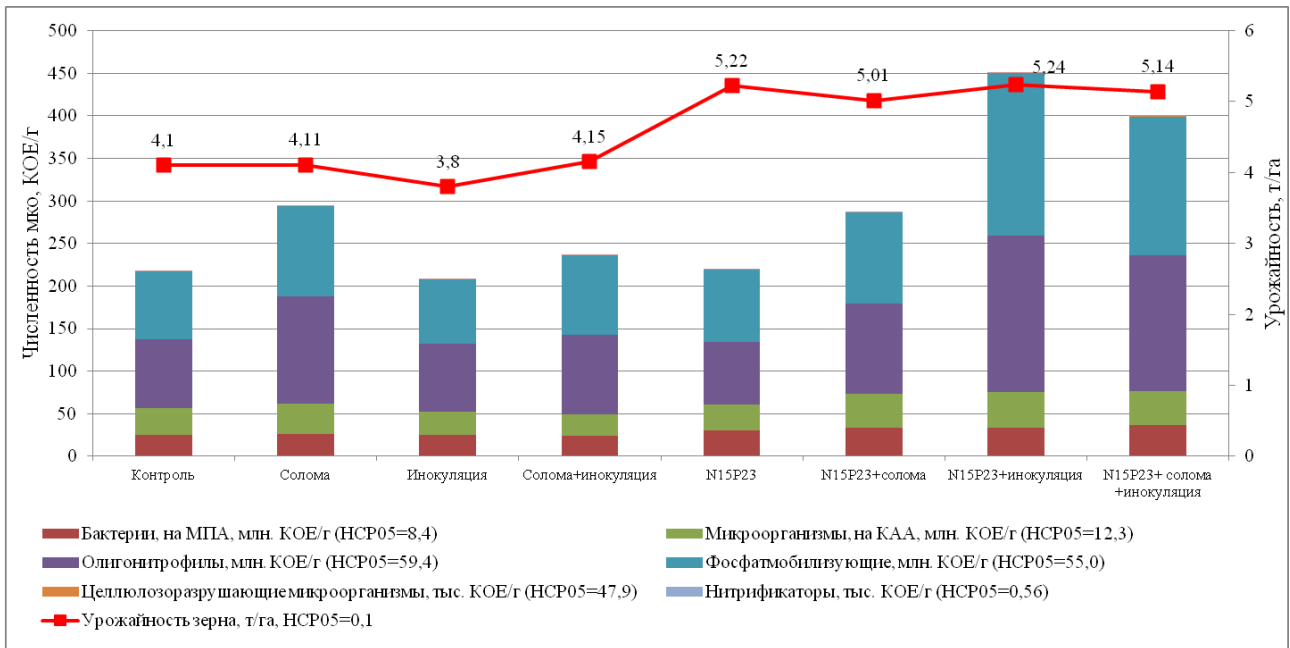


Рис. 1. Биологическая активность почвы ризосферы озимой пшеницы Прииртышская в зависимости от применения минеральных, органических и бактериальных удобрений и ее влияние на урожайность культуры, КОЕ/г 2018 г. (среднее из 3 определений за вегетацию)

Количество фосфатмобилизующих бактерий было наиболее высоким в вариантах с инокуляцией семян диазотрофами на фоне минеральных удобрений, что свидетельствует о положительном влиянии инокуляции семян ассоциативными азотфиксаторами в сочетании с невысокой дозой азотно-фосфорных удобрений на фосфатный режим питания растений. Применение соломы обогащает почву органическим веществом, а приземный почвенный воздух – углекислотой, что на фоне азотно-фосфорных удобрений способствует росту культуры и численности ее ризосферной микрофлоры [12].

Количество нитрифицирующих бактерий на неудобренном фоне составило 2,93-3,06 тыс. КОЕ/г, увеличились при внесении минеральных удобрений (N₁₅P₂₃) до 3,79-5,05 тыс. КОЕ/г. При этом наибольшая численность нитрификаторов была в вариантах с инокуляцией семян, видимо, за счет дополнительной фиксации азота атмосферы.

Критерием эффективного плодородия почвы является урожайность культуры. Прибавка урожая зерна озимой пшеницы от инокуляции в варианте с внесением минеральных удобрений и соломы составила также 1,04 т/га зерна. Наиболее высокий урожай зерна озимой пшеницы (5,24 т/га) в 2018 г. был получен в варианте с применением минеральных удобрений N₁₅P₂₃ и инокуляции семян, прибавка по отношению к контролю составила 1,04 т/га зерна.

Были рассчитаны коэффициенты корреляции между величиной урожайности озимой пшеницы, полученной в опыте, и показателями численности микроорганизмов. Наиболее значимыми они были при сопоставлении продуктивности культуры и количеством нитрифицирующих бактерий ($r=0,93\pm 0,15$), бактериями на МПА ($r=0,89\pm 0,19$), микроорганизмами непосредственно участвующими в образовании минеральных форм азота для питания растений. Одним из важных показателей активности

биологических процессов в почве является соотношение групп микроорганизмов, развивающихся на крахмало-аммиачном (КАА) и мясопептонном агаре (МПА). Увеличение этого соотношения свидетельствует о преобладании в почве процесса минерализации и интенсивном использовании азота почвы, а его снижение – об усилении гумификационных процессов [13].

Интенсивность микробиологических процессов трансформации азотсодержащих соединений в почве оценивали по коэффициентам минерализации (КАА/МПА) и иммобилизации (МПА/КАА) [14]. Численность микроорганизмов на крахмало-аммиачном агаре связана с иммобилизацией подвижного азота (NH_3). В период выхода в трубку (2-3-я декада июня 2018 г.) в почве ризосферы пшеницы преобладали процессы минерализации органических соединений, что связано с прошедшими дождями (50 мм осадков в третьей декаде), увлажнением почвы и наличием субстратов для разложения (соломы, растительного опада уже подросших растений, сорняков), а также доступных элементов питания, недостаточно расходуемых растениями в засуху. Коэффициент минерализации (КАА/МПА) составил 1,24-2,40 ед. (табл. 1). Сибирские почвы обладают высокой способностью к закреплению внесенного минерального азота, содействуя его сохранению и аккумуляции в зоне корневой системы. Реминерализация иммобилизованного азота позволяет более равномерно снабжать растения его усвояемыми формами [15].

Перед уборкой пшеницы в ризосфере соотношение групп микроорганизмов изменилось в сторону прохождения иммобилизационных процессов, МПА/КАА (коэффициент иммобилизации) превышал 1,0. По численности микроорганизмов рассчитан коэффи-

циент трансформации органических соединений (Пм), характеризующий интенсивность разложения растительного опада, корневых остатков в ризосфере озимой пшеницы. Наиболее высоким он был на фоне с внесением минеральных удобрений, составляя 58,0-76,6 единиц.

Минерализация органических азотсодержащих соединений в период кущения способствовала обогащению ризосферы озимой пшеницы доступным для растений азотом, что отразилось на величине урожая озимой пшеницы – в 2018 г. в 2 раза выше, чем в 2019 г.

В 2019 г. общая численность микроорганизмов в ризосфере озимой пшеницы в вариантах с заделкой соломы и инокуляцией семян пшеницы перед посевом была практически на одном уровне с контролем, составляя 212,3-247,0 млн КОЕ/г (контроль 217,2 млн КОЕ/г) (рис. 2). Разница между вариантами была незначительной, в пределах 14,0-16,0%.

Применение минеральных удобрений ($\text{N}_{15}\text{P}_{23}$) способствовало росту численности микроорганизмов в ризосфере культуры на 30,5% в сравнении с контролем. Внесение соломы в поверхностный слой почвы на фоне удобрений стимулировало дальнейшее нарастание количества полезных микроорганизмов на 36,5% к контролю, что связано с использованием микроорганизмами соломы как источника углерода.

Однако наибольшее количество почвенных микроорганизмов (438,3 млн КОЕ/г) было обнаружено в ризосфере пшеницы с инокуляцией семян на фоне внесения минеральных удобрений $\text{N}_{15}\text{P}_{23}$ + инокуляция), что больше на 102,0% относительно контроля и на 54,6% в сравнении с фоном ($\text{N}_{15}\text{P}_{23}$). В варианте минеральные удобрения + инокуляция + солома численность

почвенной микрофлоры возросла в меньшей степени, на 43,0% в сравнении с контролем. Видимо, это связано со снижением коэффициента минерализации, соотношения КАА/МПА, и усилением иммобилизационных процессов в ризосфере пшеницы. При внесении соломы соотношение КАА/МПА уменьшилось в 2,4 раза, с 1,8 до 0,76.

Увеличение общей численности микроорганизмов в варианте N₁₅P₂₃ + инокуляция связано со стимуляцией роста бактерий, разлагающих органические соединения азота на МПА (44,0% к контролю), микроорганизмов, потребляющих азот в минеральной форме на КАА в виде NH₃ (148,0% к контролю), олигонитрофилов и фосфатмобилизующих бактерий, соответственно, на 111,0 и 272,0% относительно контроля. Активизации микроорганизмов способствовала лучшая обеспеченность вариантов с инокуляцией подвижным азотом вследствие деятельности ассоциативных азотфиксаторов. Содержание азота нитратов в ризосфере пшеницы в вариантах с инокуляцией семян на фоне внесения удобрений в 2-4 раза превышало контроль.

На фоне с применением минеральных удобрений наблюдали стимуляцию роста

микроскопических почвенных грибов *Penicillium*, *Trichoderma*, из фитопатогенных – *Fusarium*.

Коэффициенты корреляции между величиной урожайности озимой пшеницы, полученной в опыте, и показателями численности микроорганизмов наиболее значимыми были при сопоставлении продуктивности культуры и общей численности определяемой микрофлоры ($r=0,75\pm 0,27$), количеством нитрифицирующих бактерий ($r=0,85\pm 0,22$), олигонитрофилов ($r=0,76\pm 0,26$), фосфоромобилизующих ($r=0,71\pm 0,29$).

Следует отметить, что наиболее высокий урожай озимой пшеницы в 2019 г. получен в вариантах с применением минеральных удобрений и соломы (N₁₅P₂₃ + солома) и N₁₅P₂₃ + солома + инокуляция, 4,52 и 4,67 т/га соответственно, т.е. в тех вариантах опыта, где наблюдалась высокая численность микроорганизмов.

В отличие от 2018 г. с преобладанием процессов минерализации, в период кущение-выход в трубу, в почве ризосферы пшеницы в 2019 г преимущественно протекали иммобилизационные процессы. Коэффициент иммобилизации (МПА/КАА) составил 1,01-1,41 ед. (табл. 2).

Таблица 1

Влияние применения удобрений на отдельные показатели биологической активности ризосферы озимой пшеницы, 2018 г.

Вариант	Соотношение групп микроорганизмов						
	кущение – выход в трубку		налив зерна		среднее за вегетацию		
	КАА/МПА	МПА/КАА	КАА/МПА	МПА/КАА	КАА/МПА	МПА/КАА	ПМ
Контроль	1,80	0,56	0,73	1,37	1,16	0,86	51,7
Солома	2,27	0,44	0,85	1,18	1,24	0,81	46,0
Инокуляция	1,67	0,60	0,63	1,59	1,10	0,91	53,0
Солома + инокуляция	1,24	0,81	0,73	1,37	0,93	1,08	48,4
N ₁₅ P ₂₃	1,42	0,71	0,41	2,43	0,95	1,05	63,3
N ₁₅ P ₂₃ + солома	1,70	0,59	0,81	1,24	1,31	0,76	58,0
N ₁₅ P ₂₃ + инокуляция	2,40	0,42	0,65	1,53	1,34	0,75	58,4
N ₁₅ P ₂₃ + солома + инокуляция	1,39	0,72	0,76	1,32	1,00	0,99	76,6

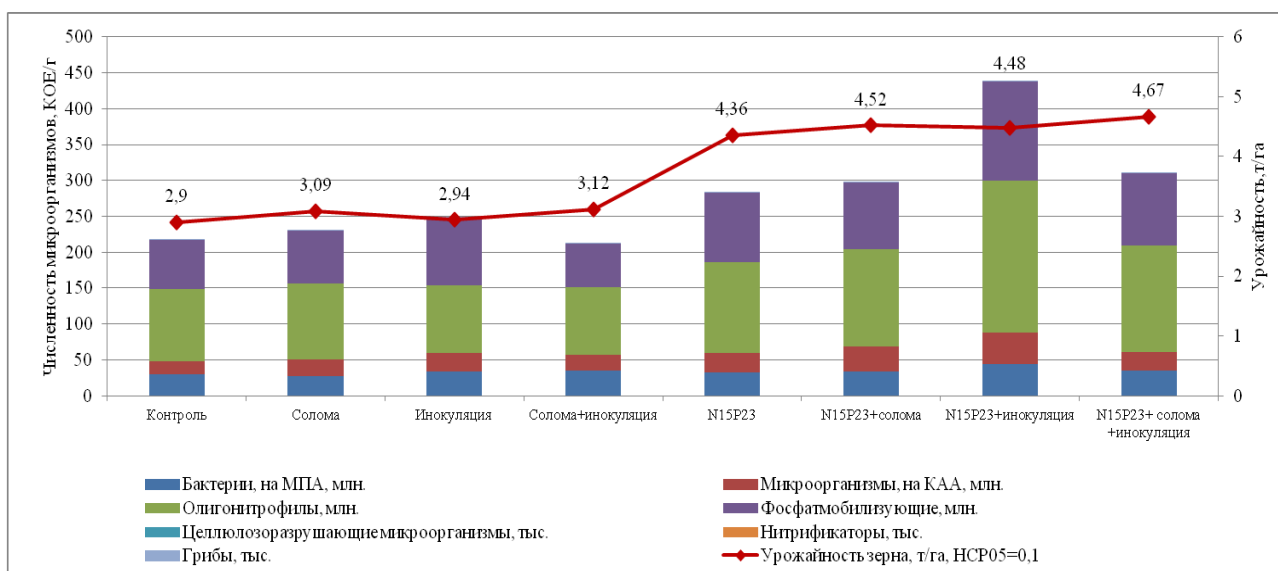


Рис. 2. Биологическая активность почвы ризосферы озимой пшеницы Прииртышская в зависимости от применения минеральных, органических и бактериальных удобрений и ее влияние на урожайность культуры, КОЕ/г 2019 г. (среднее из 3 определений за вегетацию)

Таблица 2

Влияние применения удобрений на отдельные показатели биологической активности ризосферы озимой пшеницы, 2019 г.

Вариант	Соотношение групп микроорганизмов						
	кущение – выход в трубку		налив зерна		среднее за вегетацию		
	КАА/МПА	МПА/КАА	КАА/МПА	МПА/КАА	КАА/МПА	МПА/КАА	ПМ
Контроль	0,73	1,37	0,29	3,40	0,58	1,72	82,12
Солома	0,96	1,04	0,69	1,45	0,86	1,17	59,20
Инокуляция	0,89	1,12	0,50	2,01	0,78	1,29	75,74
Солома + инокуляция	0,71	1,41	0,38	2,64	0,59	1,71	96,04
N ₁₅ P ₂₃	0,99	1,01	0,61	1,63	0,85	1,17	69,49
N ₁₅ P ₂₃ + солома	1,23	0,82	0,61	1,63	1,00	1,00	68,50
N ₁₅ P ₂₃ + инокуляция	1,29	0,78	0,55	1,81	1,01	0,99	86,57
N ₁₅ P ₂₃ + солома + инокуляция	0,75	1,34	0,67	1,49	0,72	1,38	84,27

Перед уборкой пшеницы коэффициент иммобилизации (МПА/КАА) превышал 1,0. Коэффициент трансформации органических соединений (Пм), характеризующий интенсивность разложения растительного опада, корневых остатков в ризосфере озимой пшеницы, наиболее высоким был в вариантах: солома + инокуляция и N₁₅P₂₃ + инокуляция, составляя 96,04-86,56 единиц.

Заключение

1. Инокуляция семян озимой пшеницы биопрепаратом комплексного действия «Ризоагрин» на фоне N₁₅P₂₃ положительно влияла на биологические свойства лугово-черноземной почвы, стимулировала рост численности почвенной микрофлоры.

2. О положительном влиянии удобрений и инокуляции семян озимой пшеницы не

только на численность прикорневой микрофлоры, но и на продуктивность культуры свидетельствуют полученные тесные корреляционные зависимости между общей численностью микроорганизмов в ризосфере, количеством нитрификаторов, бактерий на МПА, олигонитрофилов, фосфатмобилизующих бактерий и урожайностью ($r=0,71-0,93$).

3. Коэффициент трансформации органических соединений (Пм) был повышен в вариантах с применением минеральных удобрений и соломы до 96 при уровне на контроле 52-81 ед.

4. Наиболее высокий урожай зерна озимой пшеницы по годам исследований был получен на удобренном фоне с применением соломы 4,52 и 5,24 т/га соответственно.

Библиографический список

1. Тихонович, И. А. Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агросистем будущего / И. А. Тихонович, Н. А. Проворов. – Санкт-Петербург: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 2009. – 210 с. – Текст: непосредственный.
2. Шулико, Н. Н. Влияние длительного применения удобрений на агрохимические и биологические свойства чернозема выщелоченного и продуктивность ячменя в южной лесостепи Западной Сибири: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Шулико Н. Н. – Новосибирск, 2017. – 19 с. – Текст: непосредственный.
3. Шулико, Н. Н. Фитотоксичность чернозема выщелоченного при выращивании ячменя ярового / Н. Н. Шулико, О. Ф. Хамова, Е. В. Тукмачева. – Текст: непосредственный // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (24). – С. 52-57.
4. Kloepper, J.W., Hume, D.J., Scher F.M., et al. (1988). Plant growth-promoting rhizobacteria on canola (rapeseed). *Plant Disease*. 72 (1): 42-46.
5. Кожемяков, А. П. Агротехнологические основы создания усовершенствованных форм микробных биопрепаратов для земледелия / А. П. Кожемяков [и др.]. – Текст: непосредственный // Сельскохозяйственная микробиология. – 2015. – Т. 50, № 3. – С. 369-376.
6. Новые технологии производства и применения биопрепаратов комплексного действия / под редакцией: А. А. Завалина, А. П. Кожемякова. – Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2010. – 64 с. – Текст: непосредственный.
7. Белимов, А. А. Взаимодействие ассоциативных бактерий и растений в зависимости от биотических и абиотических факторов: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Белимов А. А. – Санкт-Петербург, 2008. – 35 с.
8. Тимохин, А. Ю. Влияние ризоторфина на развитие сортов сои селекции СибНИИСХ при орошении в южной лесостепи Западной Сибири / А. Ю. Тимохин, Л. В. Омелянюк, В. С. Бойко. – Текст: непосредственный // Масличные культуры: научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2016. – № 3 (167). – С. 53-58.
9. Теппер, Е. З. Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова; под редакцией В. К. Шильниковой. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Дрофа, 2004. – 256 с. – Текст: непосредственный.
10. Агрохимические методы исследования почв. – Москва: Наука, 1975. – 655 с. – Текст: непосредственный.

11. Тихомирова, Л.Д. Биологический метод определения плодородия почвы / Л.Д. Тихомирова. – Текст: непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 1973. – № 5. – С. 15-18.

12. Карягина, Л. А. Микробиологические основы повышения плодородия почв / Л. А. Карягина. – Минск: Наука и техника, 1983. – 181 с. – Текст: непосредственный.

13. Надежкин, С. М. Подвижные формы органического вещества в полевых агроценозах / С. М. Надежкин. – Текст: непосредственный // Системы воспроизводства плодородия почв в ландшафтном земледелии: материалы Всероссийской научно-практической конференции (27-29 июня 2001 г.). – Белгород: Крестьянское дело, 2001. – С. 139-141.

14. Муха, В. Д. О показателях, отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов / В. Д. Муха. – Текст: непосредственный // Сборник научных трудов Харьковского СХИ. – Харьков, 1980. – Т. 273. – С. 13-16.

15. Гамзиков, Г. П. Агрохимия азота в агроценозах / Г. П. Гамзиков. – Новосибирск: РАСХН, Сиб. отд-ние, 2013. – 790 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Tikhonovich, I.A. Simbiozy rasteniy i mikroorganizmov: molekulyarnaya genetika agrosistem budushchego / I.A. Tikhonovich, N.A. Provorov. – Sankt-Peterburg: Izd-vo S.-Peterb. un-ta, 2009. – 210 s.

2. Shuliko, N.N. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya udobreniy na agrokhimicheskie i biologicheskie svoystva chernozema vyshchelochennogo i produktivnost yachmenya v yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. – Novosibirsk, 2017. – 19 s.

3. Shuliko, N.N. Fitotoksichnost chernozema vyshchelochennogo pri vyrashchivaniy yachmenya yarovogo / N.N. Shuliko, O.F. Khamova, E.V. Tukmacheva // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – No. 4 (24). – S. 52-57.

4. Kloepper, J.W., Hume, D.J., Scher F.M., et al. (1988). Plant growth-promoting rhizobacteria on canola (rapeseed). *Plant Disease*. 72 (1): 42-46.

5. Agrotekhnologicheskie osnovy sozdaniya usovershenstvovannykh form mikrobnnykh biopreparatov dlya zemledeliya / A.P. Kozhemyakov [i dr.] // Selskokhozyaystvennaya mikrobiologiya. – 2015. – Т. 50. – No. 3. – С. 369-376.

6. Novye tekhnologii proizvodstva i primeneniya biopreparatov kompleksnogo deystviya / pod red. A.A. Zavalina, A.P. Kozhemyakova. – Sankt-Peterburg: Khimizdat, 2010. – 64 s.

7. Belimov, A.A. Vzaimodeystvie asotsiativnykh bakteriy i rasteniy v zavisimosti ot bioticheskikh i abioticheskikh faktorov: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. – Sankt-Peterburg, 2008. – 35 s.

8. Timokhin, A.Yu. Vliyanie rizotorfina na razvitie sortov soi seleksii SibNIISKh pri oroshenii v yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri / A.Yu. Timokhin, L.V. Omelyanyuk, V.S. Boyko // Maslichnye kultury. Nauchno-tekhnicheskij byulleten Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kultur. – 2016. – No. 3 (167). – С. 53-58.

9. Tepper, E.Z. Praktikum po mikrobiologii uchebnoe posobie dlya vuzov / E.Z. Tepper, V.K. Shilnikova; pod red. V.K. Shilnikovoy. – 5-e izd., pererab. i dop. – Moskva: Drofa, 2004. – 256 s.

10. Agrokhimicheskie metody issledovaniya pochv. – Moskva: Nauka, 1975. – 655 s.

11. Tikhomirova, L.D. Biologicheskij metod opredeleniya plodorodiya pochvy / L.D. Tikhomirova.

mirova // Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki. – 1973. – No. 5. – S. 15-18.

12. Karyagina, L.A. Mikrobiologicheskie osnovy povysheniya plodorodiya pochv / L.A. Karyagina. – Minsk: Nauka i tekhnika, 1983. – 181 s.

13. Nadezhkin, S.M. Podvizhnye formy organicheskogo veshchestva v polevykh agrotsenozakh / S.M. Nadezhkin // Sistemy vosproizvodstva plodorodiya pochv v landshaftnom zemledelii: materialy Vseros. nauch.-

prakt. konf. (27-29 iyunya 2001 g). – Belgorod: Krestyanskoe delo, 2001. – S.139-141.

14. Mukha, V.D. O pokazatelyakh, otrazhayushchikh intensivnost i napravlennost pochvennykh protsessov / V.D. Mukha // Sb. nauch. trudov Kharkovskogo SKhI. – Kharkov, 1980. – T. 273. – S. 13-16.

15. Gamzikov, G.P. Agrokhimiya azota v agrotsenozakh / G.P. Gamzikov; Novosibirsk: RASKhN, Sib. otd-nie, 2013. – 790 s.



УДК 631.861:631.895

О.И. Антонова, В.В. Калпокас
O.I. Antonova, V.V. Kalpokas

УДОБРИТЕЛЬНАЯ, ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ И ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНИЧЕСКОГО МОДИФИЦИРОВАННОГО УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ КУРИНОГО ПОМЕТА

FERTILIZING, TOXICOLOGICAL AND VETERINARY-SANITARY CHARACTERISTICS OF ORGANIC MODIFIED FERTILIZER BASED ON CHICKEN MANURE

Ключевые слова: куриный помет, органическое вещество, гуминовые соединения, валовые и подвижные формы элементов питания, тяжелые металлы, ветеринарно-санитарная оценка.

Куриный помет по содержанию элементов питания превосходит навоз животных. Однако в результате концентрации производства он является отходом производства, требующим утилизации. Приводятся исследования, направленные на биоутилизацию бесподстилочного куриного помета с использованием биопрепаратов «Санвит К», «Тамир», «Биостимул», GSN-2002 с последующим получением из биокомпостов гранулированных органических модифицированных удобрений (ОМУ П). Удобрения характеризуются: рНс – 7,7-8,1, содержание Са – 5,1-5,9%, N – 3,26-3,84, P₂O₅ – 1,33-1,59, K₂O – 1,87-1,9%; Zn – 174-288 мг/кг, Cu – 50,3-54, Co – 2,16-3,27, Mo – 1,1-1,53, Mn – 375-414 мг/кг. Уровень тяжелых металлов намного ниже ПДК. В них отсутствуют гельминты, сальмонелла, ооцисты и цисты простей-

ших, энтерококки, индекс БГКП – 0. Удобрения являются комплексными органическими удобрениями.

Keywords: chicken manure, organic matter, humic compounds, gross and mobile forms of nutrients, heavy metals, veterinary and sanitary evaluation.

Chicken manure contains more nutrients than animal manure. However, as a result of the concentration of production, it is a waste product that requires recycling. This paper discusses the research aimed at biological recycling of chicken manure without poultry house litter by using the biological products Sanvit-K, Tamir, Biostimul, and GSN-2002 followed by the production of pelleted organic modified fertilizers from the bio-composts. The obtained fertilizers had the following characteristics: pH - 7.7-8.1; the content levels of Ca - 5.1-5.9%; N - 3.26-3.84%; P₂O₅ - 1.33-1.59%; K₂O - 1.87-1.9%; Zn - 174-288 mg kg; Cu - 50.3-54 mg kg; Co - 2.16-3.27 mg kg; Mo - 1.1-1.53 mg kg; Mn - 375-414 mg kg. The heavy metal levels were much low-