

25. Tsetseg B., Kudo T., Daram D. and Enkh-Amalan J. "Preliminary Results on Isolation of Actinomycetes of Rare Genera from Mongolian Soils," ISBA'97 Abstract book, Beijing, 1997.  
26. RaghavaRao K.V. Antagonistic activities of actinobacteria from mangrove sediment / K.V. RaghavaRao, Ch. Ravikiran, D. BhaskaraRao, Y. Madhavi, P. KoteswaraRao, T. RaghavaRao // Int J Pharm PharmSci. – 2012. – V.4. – № 1. – P.364–367.

27. Shirling E. B., Gottlieb D. Methods for characterization of Streptomyces species. International Journal of Systematic Bacteriology. 1966;16(3):313-340. DOI: <https://doi.org/10.1099/00207713-16-3-313>  
28. Stanek, J. L. & Roberts, G. D. (1974). Simplified approach to the identification of aerobic actinomycetes by thin-layer chromatography. Appl Microbiol 28, pp. 226–231.

#### ECOPHYSIOLOGICAL FEATURES OF ACTINOMYCETES IN THE DESERT SOIL OF MONGOLIA

Norovsuren Zh<sup>1</sup>, Saparmyradov K<sup>2</sup>, Filimonova M. N.<sup>2</sup>, Gasparyan I. N.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Biology, ASM, Ulaanbaatar, 13330, Mongolia

<sup>2</sup>Institute of Fundamental Medicine and Biology, KFU, Kazan

<sup>3</sup>Institute of Agrochemistry. D.N. Pryanishnikova, Moscow

e-mail: [norovsurenj@mas.ac.mn](mailto:norovsurenj@mas.ac.mn), [maria.filimonova@kpfu.ru](mailto:maria.filimonova@kpfu.ru), [irina150170@yandex.ru](mailto:irina150170@yandex.ru)

Desert ecosystems are the predominant habitat of extreme actinomycetes. Knowledge about the ecology of actinomycetes, their identification will make it possible to find new antibiotics and enzymes with special pH optima, use these populations to control phytopathogenic fungi, biocontrol and bioremediation (a complex of methods for cleaning water, soil and atmosphere using the metabolic potential of biological objects), etc. The purpose of the research was to study, analyze the ecophysiological features of extremotolerant actinomycetes and identify crops promising for biotechnology and agriculture. The desert soil is extremely arid and highly gypsum-bearing – on proluvial deposits from the soil horizon (10-25 cm) of the Shinezhinst somon of the Bayankhongor aimag (pH 8.39) of Mongolia. To isolate and differentiate actinomycetes, the method of surface seeding from dilutions of soil suspensions on dense nutrient media, microscopy of colonies on cups with a nutrient medium and other standard methods were used. In the soils of the desert steppes of Mongolia, the number of actinomycetes ranges from hundreds to tens of thousands of CFU/g of soil, depending on the type of pH and the temperature of the sowing medium. The number of alkalotolerant forms in these soils is one order of magnitude higher than thermotolerant forms. 73 strains of actinomycetes from desert soil were isolated and studied, antagonistic properties and optima of their growth were determined. The issues of resistance of soil actinomycetes to various environmental factors – pH and temperature are described. It is shown that Streptomyces of the Cinereus Achromogenes series dominate in the studied desert soils as part of the complex. It was revealed that 3 strains of Streptomyces sp. have antagonistic activity against the phytopathogenic fungus Cladosporium fulvum, and are also resistant to various environmental factors: pH and elevated temperature.

Keywords: desert soil, soil actinomycetes, strains, actinobacteria, resistance, antagonistic activity.

УДК 631.81;631.821;631.87

DOI: 10.25680/S19948603.2022.129.27

#### ВЛИЯНИЕ БИОМОДИФИЦИРОВАННЫХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ

А.Н. Налиухин<sup>1</sup>, д.с.-х.н., О.А. Власова<sup>2</sup>, к.с.-х.н., А.В. Ерегин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 6/17, E-mail: [naliuhin@yandex.ru](mailto:naliuhin@yandex.ru)

<sup>2</sup>ФГБУ ГЦАС «Вологодский»

160555, г. Вологда, Вологодская область, с. Молочное, ул. Студенческая, 11

В двухфакторном полевом опыте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве установлено, что обработка гранул органоминерального удобрения ОМУ «Универсальное» микробиологическими препаратами Бисолбифит (*Bacillus subtilis* Ч-13) и Фосфатовит (*Bacillus tucilaginosus*) способствует получению урожайности зерна ячменя 28,8 и 30,5 ц/га соответственно. Сбор сырого протеина в вариантах ОМУ + Бисолбифит и ОМУ + Фосфатовит составил 0,30-0,33 т/га. Органоминеральная система удобрения и ОМУ обеспечивали сопоставимую урожайность ярового ячменя, а в 2017 г. урожайность была выше при внесении ОМУ с Бисолбифитом на обоих уровнях кислотности. В целом можно заключить, что применение органоминеральных удобрений может частично заменить классические органоминеральные системы удобрения, особенно при недостаточном внесении навоза, что наблюдается в последние три десятилетия в Нечернозёмной зоне России.

Ключевые слова: полевой опыт, дерново-подзолистая почва, органоминеральное удобрение, микробиологические препараты, ячмень, урожайность.

Для цитирования: Налиухин А.Н., Власова О.А., Ерегин А.В. Влияние биомодифицированных органоминеральных удобрений на урожайность и качество зерна ячменя// Плодородие. – 2022. – №6. – С. 104-108 DOI: 10.25680/S19948603.2022.129.27.

Большое значение в обеспечении сельскохозяйственных предприятий качественным зернофуражным кормом имеет возделывание ярового ячменя. Эта культура требовательна к плодородию почвы и хорошо отзывается на внесение удобрений и известкование кислых почв [8].

Дерново-подзолистые почвы, в силу особенностей генезиса, имеют неблагоприятные для возделывания

ячменя агрохимические свойства, улучшить которые можно за счет применения научно обоснованных систем удобрения и химической мелиорации. Результаты многолетних опытов доказывают, что возможно получение хорошей урожайности зерна ячменя высокого качества и на дерново-подзолистых почвах Нечерноземья [9, 15, 17, 18].

Тем не менее, остается проблема повышения эффективности удобрений, увеличения коэффициентов использования питательных веществ. Одно из решений – обработка минеральных и органоминеральных удобрений биопрепаратами. Это приводит к увеличению усвояемости элементов питания из почвы и удобрений, благодаря чему можно повысить урожайность и качество зерна ячменя [1, 3, 7].

Эффект от обработки гранул не только минеральных, но и органоминеральных удобрений (ОМУ) биопрепаратами подтверждается и на других культурах, возделываемых в Нечерноземной зоне [10-12, 14].

Вместе с тем, в литературе недостаточно данных о влиянии биомодифицированных органоминеральных удобрений (ОМУ) на урожайность и качество ячменя в условиях дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны [5, 6, 16]. Практически отсутствуют данные о влиянии известкования на эффективность биомодифицированных органоминеральных удобрений в сравнении с традиционными системами удобрения (минеральной, органической, органоминеральной) при возделывании ярового ячменя.

**Цель наших исследований** – изучить влияние гранулированного органоминерального удобрения, модифицированного биопрепаратами Бисолбифит, Фосфатовит и ФосфоАктив в сравнении с классическими системами удобрения на урожайность ячменя, его качество и вынос элементов питания из почвы на разных фонах кислотности.

**Методика.** Исследования проводили на дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой почве в длительном полевом опыте, расположенном на трех полях севооборота, с одинаковым набором культур и системами удобрения. Участок опыта расположен на территории учебно-опытного поля Вологодской ГМХА им. Н. В. Верещагина.

Почва участка до закладки опыта имела следующие агрохимические показатели:  $pH_{KCl}$  5,1-5,2, гидролитическая кислотность – 3,4-4,1 ммоль(экв)/100 г, сумма поглощенных оснований – 10,5-12,8 ммоль(экв)/100 г, содержание органического углерода ( $C_{орг.}$ ) – 1,50-1,86%, подвижного фосфора (по Кирсанову) – 251-296 мг/кг, подвижного калия (по Кирсанову) – 116-148 мг/кг.

Севооборот в опыте – зернотравяной (1 – вико-овсяная смесь; 2 – озимая пшеница; 3 – ячмень с подсевом клевера; 4 – клевер луговой; 5 – овес). Таким образом, ячмень являлся третьей культурой севооборота. Опыт был заложен в 2015 г. на трех последовательно вводимых полях. Ячмень возделывали на поле № 1 в 2017 г., на поле № 2 – в 2018 г., на поле № 3 – в 2019 г.

Варианты систем удобрения в опыте были следующие: 1. Контроль (без удобрения). 2. Навоз, 50 т/га (органическая система). 3.  $N_{40}P_{60}K_{135}$  (минеральная система). 4. Навоз, 25 т/га +  $N_{20}P_{30}K_{67}$  (первая органоминеральная система). 5. Навоз, 50 т/га +  $N_{40}P_{60}K_{135}$  (вторая органоминеральная система удобрения). 6. ОМУ, экв. по N 3-му варианту ( $N_{40}P_{40}K_{46}$ ). 7. ОМУ + Бисолбифит. 8. ОМУ + Фосфатовит. 9. ОМУ + ФосфоАктив.

Все системы удобрения и ОМУ испытывали на двух фонах кислотности, без известкования ( $pH_{KCl}$  – 5,1-5,2 ед.) и с известкованием ( $pH_{KCl}$  5,7-5,9). Таким образом,

полевой опыт двухфакторный, где в качестве фактора А – известкование, В – системы удобрения.

Известкование проводили известняковой мукой с содержанием  $CaCO_3$  – 98%. В качестве органического удобрения применяли навоз КРС, с содержанием: N – 0,27 %,  $P_2O_5$  – 0,24,  $K_2O$  – 0,45 %. Влажность удобрения составляла 80 %. Из минеральных удобрений использовали NPK (13:19:19) и Кх (60%). Гранулированное органоминеральное удобрение – ОМУ «Универсальное», производства Буйского химического завода, с содержанием действующих веществ N – 7%,  $P_2O_5$  – 8%,  $K_2O$  – 8%, с включением Mg – 1,5%, S – 3,9 % + гуматы. В качестве биомодифицирующих добавок использовали Бисолбифит (штаммы *Bacillus subtilis* Ч-13) и Фосфатовит (штаммы *Baccillus mucilaginosus*), которые наносили на гранулы ОМУ в день внесения.

Известь и навоз применяли под первую культуру севооборота, таким образом, на ячмене изучали 2-й год последствий. Все варианты опыта представлены в трехкратной повторности на делянках площадью 100 м<sup>2</sup>, с систематическим расположением.

Учет урожайности зерна проводили сплошным методом, комбайном Sampo Terrion 2010, приводя к стандартной влажности (14%) и 100 %-ной чистоте.

Отбор растительных образцов на анализ осуществляли с каждой делянки с последующим выделением среднего образца с варианта опыта. Азот в зерне определяли по методу Кьельдаля, для пересчета на сырой протеин использовали коэффициент 5,7. Фосфор – фотометрическим методом, калий – пламенно-фотометрическим. Содержание нитратов – ионометрическим методом. Все химические анализы зерна проводили в аккредитованной лаборатории ФГБУ ГИАС «Вологодский». Статистическую обработку данных осуществляли методом двухфакторного дисперсионного анализа по Доспехову [3].

ГТК Селянинова вегетационного периода в годы исследования составляли: 2017 г. – 2,3, 2018 г. – 1,4, 2019 г. – 2,1; это свидетельствует о том, что 2 года наблюдалось избыточное увлажнение, вполне типичное для таежно-лесной зоны.

**Результаты и их обсуждение.** Известкование положительно отразилось на урожайности зерна ячменя, увеличив её на 13% по сравнению с неизвесткованным фоном, и было статистически достоверным (табл. 1).

Следует отметить, что при известковании дерново-подзолистой слабокислой почвы с  $pH_{KCl}$  5,1, все системы удобрения и варианты с ОМУ обеспечили наибольшую урожайность по сравнению с неизвесткованным фоном. Это свидетельствует о том, что снижение кислотности почвы увеличивает урожайность ячменя, повышая эффективность удобрений (наиболее сильно – минеральных). Биологическая модификация гранул ОМУ биопрепаратом Бисолбифит в 2017 г. способствовала получению достоверной прибавки урожайности (9-10%) по сравнению с эквивалентной (по азоту) дозой минеральных удобрений, а также с немодифицированным ОМУ. В 2018 г. достоверные прибавки к NPK (8%) обеспечили другие марки ОМУ – с фосфатовитом и фосфоактивом на фоне известкования. В 2019 г. преимущество было за ОМУ с бисолбифитом на неизвесткованном фоне.

# 1. Влияние систем удобрения на урожайность ярового ячменя

| Вариант                               | Фактор А – известкование* |        |         |        |         |        | Фактор В – системы удобрения |                     |    |
|---------------------------------------|---------------------------|--------|---------|--------|---------|--------|------------------------------|---------------------|----|
|                                       | 2017 г.                   |        | 2018 г. |        | 2019 г. |        | В среднем за 3 года, ц/га    | Прибавка к контролю |    |
|                                       | 0                         | 1,0 Нг | 0       | 1,0 Нг | 0       | 1,0 Нг |                              | ц/га                | %  |
| 1. Контроль (б/у)                     | 10,1                      | 12,4   | 10,6    | 14,5   | 33,2    | 37,2   | 19,7                         | -                   | -  |
| 2. Навоз, 50 т/га                     | 11,4                      | 15,8   | 13,0    | 15,8   | 38,7    | 43,4   | 23,0                         | 3,3                 | 17 |
| 3. НРК, экв. вар.2                    | 15,5                      | 20,7   | 18,5    | 19,4   | 45,8    | 51,8   | 28,6                         | 8,9                 | 45 |
| 4. Навоз ½ + НРК ½                    | 13,4                      | 18,0   | 18,6    | 19,8   | 49,5    | 55,0   | 29,1                         | 9,4                 | 47 |
| 5. Навоз + НРК                        | 17,9                      | 23,4   | 25,8    | 27,4   | 52,0    | 56,7   | 33,9                         | 14,2                | 72 |
| 6. ОМУ                                | 15,2                      | 20,9   | 21,2    | 22,9   | 47,9    | 51,9   | 30,0                         | 10,3                | 52 |
| 7. ОМУ + Бисолбифит                   | 17,0                      | 23,0   | 20,6    | 21,5   | 54,0    | 52,1   | 31,4                         | 11,7                | 59 |
| 8. ОМУ+ Фосфатовит                    | 15,1                      | 21,1   | 21,0    | 23,1   | 50,4    | 51,6   | 30,4                         | 10,7                | 54 |
| 9. ОМУ+ ФосфоАктив                    | 13,5                      | 19,7   | 21,4    | 23,3   | 48,0    | 52,6   | 29,8                         | 10,1                | 51 |
| Среднее по факт. А                    | 14,3                      | 19,4   | 19,0    | 20,8   | 46,6    | 50,2   | 28,4                         | -                   | -  |
| НСР <sub>05</sub> А                   | 0,5                       |        | 1,2     |        | 2,2     |        |                              | -                   | -  |
| НСР <sub>05</sub> фактора В и вз-я АВ | 1,1                       |        | 2,6     |        | 4,6     |        |                              | -                   | -  |
| НСР <sub>05</sub> част. различий      | 1,5                       |        | 3,7     |        | 6,5     |        |                              | -                   | -  |

\* 0 – без известкования (рН<sub>КС</sub> 5,1-5,2), 1,0 Нг – известкование по полной дозе гидролитической кислотности (рН<sub>КС</sub> 5,7-5,9).

Особенно интересно сравнить эффективность органо-минеральных удобрений с органо-минеральной системой удобрения, в которой половинные дозы навоза, вносимые в занятом пару, сочетаются с ежегодным внесением половинных доз минеральных удобрений. Как показали результаты исследований, во все годы эффективность ОМУ и смешанной системы удобрения по урожайности ярового ячменя была сопоставима, а в 2017 г. урожайность была выше при внесении ОМУ с бисолбифитом на обоих уровнях кислотности. Таким образом, в определённой степени применение органо-минеральных удобрений может заменить классические органо-минеральные системы удобрения, особенно при недостаточном внесении навоза, что наблюдается в последние три десятилетия в Нечернозёмной зоне России.

Содержание биофильных элементов в зерне ячменя незначительно изменялось как от уровня кислотности, так и от применяемой системы удобрения. В вариантах как с традиционными системами удобрения (2-5-й варианты), так и при применении различных марок ОМУ отмечали рост (на уровне тенденции) содержания азота в зерне на фоне известкования в среднем на 6 %. Содержание фосфора и калия в зерне изменялось незначительно. Таким образом, на хорошем фосфорно-калийном фоне почвы (очень высокое содержание подвижного фосфора и высокое калия) известкование и системы удобрения практически не влияют на содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O в зерне ячменя. Данное положение применимо и к вариантам с ОМУ. Биомодификация ОМУ штаммами *Bacillus subtilis* Ч-13 и *Bacillus mucilaginosus* не способствовала увеличению содержания элементов питания в зерне ячменя.

Применение удобрений повышало потребление элементов питания для формирования урожая (табл. 2). При этом наибольший вынос отмечен при органо-минеральной системе удобрения (полная доза). Внесение различных марок ОМУ также способствовало увеличению выноса НРК. На фоне известкования вынос НРК увеличивался на 8-12%. Известкование ранее слабоки-слей почвы практически не меняло удельный вынос в расчёте на 1 т зерна при соотношении: N:P:K – 2,5:1,0:2,1 на неизвесткованном фоне и 2,4:1,0:2,0 при известковании.

Для оценки эффективности использования азота яро-вым ячменем был рассчитан азотный индекс – отноше-

ние содержания азота в зерне к его выносу с урожаем (рис. 1). Известкование способствовало более значи-тельному накоплению азота в зерне, особенно в вариан-те с минеральной системой удобрения, где разница ме-жду известкованной и неизвесткованной почвой соста-вила 17%. При применении органо-минеральных удоб-рений азотный индекс составил 0,65-0,72 и слабо зави-сел от кислотности почвы.

## 2. Общий и удельный вынос НРК яровым ячменём при приме-нении различных систем удобрения (в среднем за 3 года)

| Фактор А – известкование            | Фактор В – системы удобрения        | Вынос НРК, кг/га (зерно+солома) |                               |                  | Вынос НРК на 1 т зерна (с учётом соломы), кг |                               |                  |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------|--|-------------------------------|------------------|
|                                     |                                     | N                               | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
|                                     |                                     |                                 |                               |                  |  |                               |                  |
| Без известкования (А <sub>1</sub> ) | 1. Контроль (без удобрений)         | 48,3                            | 18,6                          | 40,3             | 26,9   | 10,4                          | 22,4             |
|                                     | 2. Навоз, 50 т/га                   | 52,8                            | 20,2                          | 45,5             | 25,1   | 9,6                           | 21,6             |
|                                     | 3. НРК, экв. вар.2                  | 73,5                            | 26,1                          | 59,3             | 27,6   | 9,8                           | 22,3             |
|                                     | 4. Навоз ½ + НРК ½                  | 65,9                            | 27,0                          | 56,9             | 24,3   | 9,9                           | 20,9             |
|                                     | 5. Навоз + НРК                      | 82,1                            | 34,1                          | 71,9             | 25,8   | 10,7                          | 22,5             |
|                                     | 6. ОМУ                              | 76,2                            | 30,1                          | 62,9             | 27,1   | 10,7                          | 22,4             |
|                                     | 7. ОМУ + Бисолбифит                 | 80,1                            | 33,5                          | 68,2             | 26,2   | 11,0                          | 22,3             |
|                                     | 8. ОМУ+ Фосфатовит                  | 77,8                            | 32,2                          | 59,0             | 27,0   | 11,2                          | 20,5             |
|                                     | 9. ОМУ+ ФосфоАктив                  | 70,9                            | 29,1                          | 65,5             | 25,7   | 10,5                          | 23,7             |
|                                     | В среднем по фактору А <sub>1</sub> | <b>69,8</b>                     | <b>27,9</b>                   | <b>58,8</b>      | <b>26,2</b>                                  | <b>10,4</b>                   | <b>22,1</b>      |
| Известь по 1,0 Нг (А <sub>2</sub> ) | 1. Контроль (без удобрений)         | 53,6                            | 21,8                          | 46,3             | 25,1   | 10,2                          | 21,7             |
|                                     | 2. Навоз, 50 т/га                   | 62,2                            | 27,0                          | 59,1             | 24,9   | 10,8                          | 23,7             |
|                                     | 3. НРК, экв. вар.2                  | 75,4                            | 32,3                          | 69,1             | 24,9   | 10,5                          | 22,5             |
|                                     | 4. Навоз ½ + НРК ½                  | 76,1                            | 29,5                          | 65,1             | 24,6   | 9,5                           | 21,0             |
|                                     | 5. Навоз + НРК                      | 89,3                            | 38,4                          | 79,1             | 24,9   | 10,7                          | 22,1             |
|                                     | 6. ОМУ                              | 80,3                            | 34,0                          | 59,4             | 25,2   | 10,7                          | 18,6             |
|                                     | 7. ОМУ + Бисолбифит                 | 81,3                            | 34,4                          | 66,9             | 25,3   | 10,7                          | 20,8             |
|                                     | 8. ОМУ+ Фосфатовит                  | 77,0                            | 31,8                          | 59,8             | 24,1   | 10,0                          | 18,7             |
|                                     | 9. ОМУ+ ФосфоАктив                  | 80,5                            | 35,0                          | 67,8             | 25,3   | 11,0                          | 21,3             |
|                                     | В среднем по фактору А <sub>2</sub> | <b>75,1</b>                     | <b>31,6</b>                   | <b>63,6</b>      | <b>24,9</b>                                  | <b>10,5</b>                   | <b>21,2</b>      |

Важным фактором при оценке эффективности удоб-рений является их влияние на кормовые качества куль-туры. Влияние ОМУ и традиционных систем удобрения на содержание и сбор сырого протеина представлено на рисунке 2.



Рис. 1. Влияние систем удобрения и известкования на азотный индекс

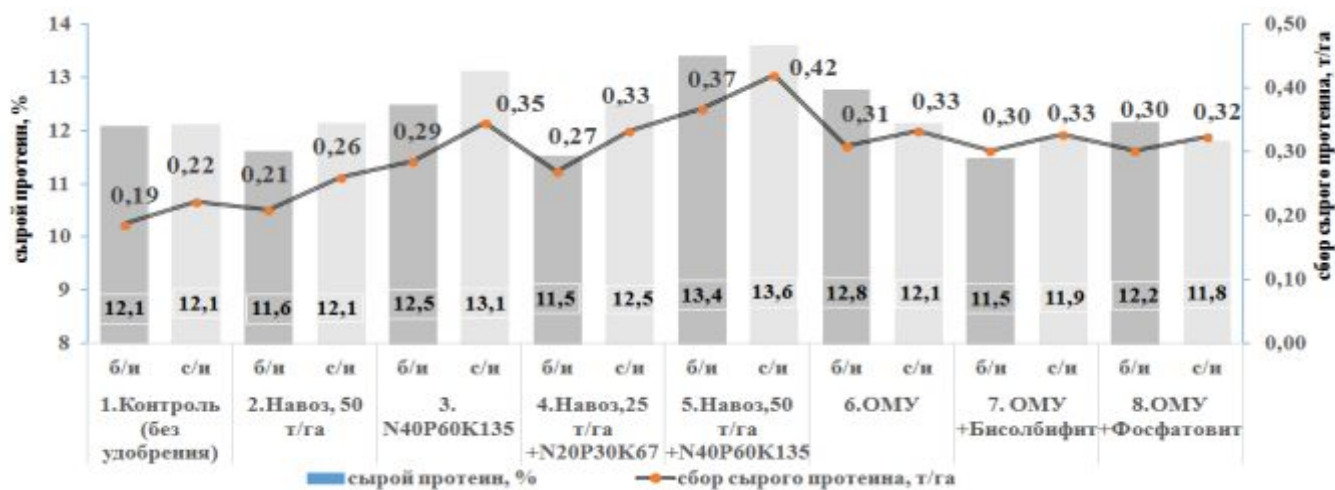


Рис. 2. Влияние систем удобрения и ОМУ на содержание сырого протеина в зерне ячменя и его сбор на разных фонах кислотности, в среднем за 3 года: б/и – без известкования, с/и – с известкованием

В отличие от традиционных систем удобрения, в которых содержание сырого протеина при снижении кислотности почвы увеличивалось в среднем на 6% в вариантах с ОМУ и ОМУ + Фосфатовит, напротив, известкование не способствовало его увеличению. Следует отметить, что в варианте с ОМУ Универсальное, количество сырого протеина было выше, чем в варианте с органической системой удобрения.

Максимальный сбор сырого протеина в опыте отмечали при применении органоминеральной системы удобрения в варианте 5. В вариантах с ОМУ Универсальное и с биомодифицированными марками ОМУ сбор сырого протеина был выше, чем при использовании органической системы удобрения и практически одинаковым по сравнению с органоминеральной (вариант 4) и минеральной (вариант 3) системами, уступая лишь органоминеральной системе, где сочетается внесение навоза и NPK в полных дозах. Причем различие сохранялось как по фону известкования, так и в вариантах без применения извести. Также отмечали, что при использовании ОМУ Универсальное в сочетании с биопрепаратами или отдельно, различия в уровне сбора сырого протеина между фонами кислотности практически не было. В целом по опыту известкование способствовало увеличению сбора сырого протеина на 14%.

Количество нитратов в продукции – важный показатель её качества. По результатам лабораторных исследований, количество нитратов в зерне ячменя было существенно ниже уровня ПДК (300 мг/кг) во всех исследуемых вариантах опыта [13]. Данный факт свидетельствует о безопасности применения как ОМУ с биопрепаратами Бисолбифит и Фосфатовит, так и традиционных систем удобрения.

В среднем за 3 года наблюдалось уменьшение уровня нитратов в зерне на известкованном фоне во всех вариантах опыта. Таким образом, известкование способствует уменьшению накопления нитратов в зерне ячменя, в целом при более высоком потреблении азота, что указывает на лучшее его использование и включение в синтез белка.

**Закключение.** Обработка гранул ОМУ Универсальное микробиологическими препаратами Бисолбифит или Фосфатовит способствует получению урожайности зерна ярового ячменя 28,8-30,5 ц/га. Известкование дерново-подзолистой слабокислой почвы с  $pH_{KCl}$  5,1 увеличивает урожайность на 6% при обеспечении содержания сырого протеина в зерне ячменя 11,5-12,2%. Биологическая модификация гранул ОМУ способствует выходу сырого протеина 0,30-0,33 т/га и мало изменяется от уровня кислотности почвы (известкования).

Данный показатель превышает аналогичный при применении минеральной и органической систем удобрения. В целом, можно отметить, что в определённой степени применение органоминеральных удобрений (ОМУ) может быть альтернативой классическим органоминеральным системам удобрения, особенно при недостаточном внесении навоза.

#### Литература

1. Гаврилова А.Ю., Чернова Л.С., Завалин А.А. Влияние сложных минеральных удобрений и биопрепарата Бисолбифит на урожайность и качество зерна ярового ячменя // Плодородие. – 2019. – № 4. – С. 3 – 5. DOI: 10.25680/S19948603.2019.109.01.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Ерегин А.В., Буслаев В.А., Огаркова Ю.С. Влияние органоминеральных удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур и качество растениеводческой продукции // Оптимальное питание растений и восстановление плодородия почв в условиях ведения традиционной и органической систем удобрения: материалы 53 – й Международной научной конференции молодых ученых, специалистов – агрохимиков и экологов. – М.: ВНИИА им. Д. Н. Прянишникова, 24 – 25. 10. 2019. – С. 73 – 77.
4. Завалин А.А., Чернова Л.С., Гаврилова А.Ю. Повышение эффективности минеральных удобрений при их биомодификации препаратом Бисолбифит // Плодородие. – 2014. – № 6. – С. 6 – 8.
5. Иванов А.И., Иванова Ж.А., Фрейдкин И.А., Соколов И.В. Влияние нового органоминерального удобрения на изменение агрохимических свойств деградированной дерново – подзолистой почвы // Агрохимия. – 2019. – № 3. – С. 30 – 36. DOI: 10.1134/S0002188119030074.
6. Иванов А.И., Иванова Ж.А., Соколов И.В., Фрейдкин И.А. Новое органоминеральное удобрение на посевах зерновых культур // Зерновое хозяйство России. – 2019. – № 3. – С. 64 – 68. DOI: 10.31367/2079 – 8725-2019-63-3-64-68.
7. Коняев Е.Р., Костин Я.В., Захарова О.А., Троц Н.М. Оценка эффективности применения биомодифицированных минеральных удобрений под ячмень // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2021. – № 3. – С. 19 – 25. DOI: 10.36508/RSATU.2021.67.96.003 9.
8. Кузьмич М.А., Капранов В.Н., Кузьмич Л.С., Орлова Т.Г. Влияние удобрений и реакции почвенной среды на урожай и качество зерна ярового ячменя селекции московского НИИСХ «Немчиновка» // Плодородие. – 2017. – № 3. – С. 1 – 3.
9. Налиухин А.Н., Белозеров Д.А., Ерегин А.В. Изменение агрохимических показателей дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой

- почвы и продуктивности культур севооборота при применении различных систем удобрения // Земледелие. – 2018. – № 8. – С. 3 – 7. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10801.
10. Налиухин А.Н., Власова О.А., Сидаунова О.В. Эффективность биологической модификации гранул органоминеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур // Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов. – СПб – Пушкин: СПбГАУ, 25 –27. 02. 2016. – С. 67 – 70.
  11. Налиухин А.Н. и др. Последствие биомодифицированных органоминеральных удобрений на агродерново-подзолистой почве // Молочно-хозяйственный вестник. – 2020. – № 2. – С. 66 – 79.
  12. Налиухин А.Н., Завалин А.А., Сидаунова О.В., Белозеров Д.А. Влияние биоудобрений и известкования на продуктивность вико-овсяной смеси и изменение микробоценоза дерново-подзолистой почвы // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 6. – С. 21 – 26.
  13. Нормы предельно допустимой концентрации (ПДК) нитратов и нитритов в кормах для сельскохозяйственных животных и основных видах сырья для комбикормов. Письмо Минсельхоза СССР № 143 – 4/73 – 5а от 17. 02. 1989.
  14. Сидаунова О.В. и др. Влияние биомодифицированных органоминеральных удобрений на урожайность и кормовые качества клевера двухукосного // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Вологда – Молочное: ВГМХА им. Н. В. Верещагина, 22.04.2021. – С. 110 – 115.
  15. Сычев В.Г. Влияние длительного применения минеральных и органических удобрений на основные показатели различных типов почв // Плодородие. – 2021. – № 4. – С. 3 – 5. DOI: 10.25680/S19948603.2021.121.01.
  16. Трусова Л.А., Петров Д. В. Влияние оргавитов и минеральных удобрений на урожайность и качество овса и клевера на дерново-подзолистой почве // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 45 – С. 103-106.
  17. Чухина О.В. и др. Влияние удобрений на продуктивность культур севооборота и вынос элементов питания в Вологодской области // Плодородие. – 2019. – № 1. – С. 22 – 25. DOI: 10.25680/S19948603.2019.106.07.
  18. Шпанев А.М., Фесенко М.А., Слук В.В. Эффективность комплексного применения средств химизации при возделывании ярового ячменя на Северо – Западе РФ // Агрохимия. – 2019. – № 12. – С. 47 – 55. DOI: 10.1134/S0002188119120093.
  19. Doran J.W. Zeiss M.R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality // Applied soil ecology. – 2000 – V. 15. – P. 3 -11.

#### INFLUENCE OF BIOMODIFIED ORGANIC-MINERAL FERTILIZERS ON YIELD AND QUALITY OF SPRING BARLEY GRAIN IN COMPARISON WITH TRADITIONAL FERTILIZER SYSTEMS

A.N. Naliukhin<sup>1</sup>, O.A. Vlasova<sup>2</sup>, A.V. Eregin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Pryanishnikov ul. 6, 127550 Moscow, Russia  
E-mail: naliukhin@yandex.ru

<sup>2</sup>Vologdskii State Center of Agrochemical Service, Studentcheskaya ul. 11, 160555 Molochnoe, Vologda, Russia

In a two-factor field experiment on soddy-podzolic light loamy soil, with pH<sub>KCl</sub> 5.1-5.2, it was found that the treatment of organo-mineral fertilizer granules OМУ "Universal" with microbiological preparations BisolbiFit (*Bacillus subtilis* Ch-13) and Phosphatovit (*Bacillus mucilaginosus*) contributes to obtaining the yield of barley grain at the level of 2.88 and 3.05 t/ha, respectively. The content of crude protein in the options OМУ + BisolbiFit and OМУ + Phosphatovit was lower than in the options with traditional fertilizer systems, however, due to the high yield, the collection of crude protein was 0.30-0.33 t/ha. The organo-mineral fertilizer system and OMF provided a comparable yield of spring barley, and in 2017 it was higher when OMF was applied with BisolbiFit at both levels of acidity. In general, we can say that, to a certain extent, the use of organo-mineral fertilizers can replace the traditional organo-mineral fertilizer systems, especially with insufficient manure application, which has been observed in the Non-Chernozem zone of Russia over the past three decades.

Key words: field experiment, soddy-podzolic soil, organo-mineral fertilizer, microbiological preparations, barley, yield.