

## РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПЛОДОРОДИЯ ЛЁГКИХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

**Ю.А. Мажайский, д.с.-х.н., Всероссийский научно-исследовательский институт мелиоративного земледелия, С.М. Курчевский, к.с.-х.н., Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, А.В. Шуравилин, д.с.-х.н., Российский университет дружбы народов**

Изложены результаты исследований по влиянию различных доз органических удобрений в сочетании с минеральными и совместным использованием микробиологического удобрения Байкал ЭМ-1 на агрофизические, химические и биологические свойства дерново-подзолистых супесчаных почв и урожайность вико-овсяной смеси. Выявлены улучшение основных свойств почв, повышение урожайности и качества зелёной массы при внесении удобрений и бактериального препарата. Показана высокая эффективность возделывания вико-овсяной смеси при ежегодном использовании минеральных удобрений и бактериального препарата в сочетании с внесением навоза и торфа.

**Ключевые слова:** дерново-подзолистая почва, микробиологическое удобрение, биологическая активность, минеральные удобрения, микробный препарат, навоз, торф, вико-овсяная смесь, урожайность зелёной массы.

Малопродуктивные дерново-подзолистые супесчаные почвы в Нечернозёмной зоне России занимают значительные площади. Только в Рязанской области они составляют 205,3 тыс. га, или 14% от всех земель сельскохозяйственного назначения. Эти почвы для высокоэффективного использования нуждаются в применении комплекса агротехнических и агро-мелиоративных мероприятий. Данной проблеме посвящены работы ряда авторов [1-3], которые установили высокую эффективность внесения органических удобрений (торфа и навоза) в сочетании с минеральными. Однако, до настоящего времени в условиях Рязанской области система мероприятий по высокопродуктивному использованию дерново-подзолистых супесчаных почв практически не разработана.

Цель наших исследований – разработать агротехнические и агро-мелиоративные приёмы по повышению плодородия малопродуктивных дерново-подзолистых супесчаных почв в условиях Мещерской низменности Рязанской области.

Легкие минеральные почвы, обладающие слабой сорбционной способностью, не могут удерживать питательные вещества вносимых удобрений. Применение торфа и навоза на таких почвах способствует улучшению физических, водных и биохимических свойств. Считается перспективным методом использования специфических популяций микроорганизмов и грибов [4].

**Методика.** Исследования по изучению влияния различных видов удобрений проводили в 2011-2013 гг. на экополигоне «Мещера» в опытно-производственном предприятии «Полково» в пределах рязанской Мещеры.

Почва характеризовалась высокой плотностью сложения (1,61 г/см<sup>3</sup>), плотность твердой фазы – 2,71 г/см<sup>3</sup>, пористость – 40,5 %. Полная влагоемкость в пахотном

слое составила 24,1 %, а наименьшая влагоемкость – 14,9 %. Содержание гумуса низкое – в среднем 1,31 %, рН солевой вытяжки в верхнем слое почвы 5,1 (слабокислая), содержание общего азота очень низкое – 0,028 %, подвижного фосфора повышенное – 104 мг/кг, а обменного калия среднее – 72 мг/кг.

Опыт заложен по следующей схеме:

1. Без удобрений – контроль.
2. N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>60</sub> – фон.
3. Фон + навоз, 25 т/га + торф, 25 т/га.
4. Фон + навоз, 25 т/га + торф, 25 т/га + микробный препарат Байкал ЭМ-1.
5. Фон + навоз, 25 т/га + торф, 50 т/га.
6. Фон + навоз, 25 т/га + торф, 50 т/га + микробный препарат Байкал ЭМ-1.
7. Фон + навоз, 25 т/га + торф, 75 т/га.
8. Фон + навоз, 25 т/га + торф, 75 т/га + микробный препарат Байкал ЭМ-1.
9. Фон + навоз, 25 т/га + торф, 100 т/га.
10. Фон + навоз, 25 т/га + торф, 100 т/га + микробный препарат Байкал ЭМ-1.

Опыт заложен в четырехкратной повторности. Площадь опытной делянки составляла 30 м<sup>2</sup>, учетная площадь – 20 м<sup>2</sup>. Характеристика навоза и торфа представлена в таблице 1.

**1. Характеристика навоза и торфа**

| Показатель, %            | Торф | Навоз |
|--------------------------|------|-------|
| Влажность                | 65   | 75    |
| Органическое вещество    | 68   | 21    |
| Общий азот               | 2,27 | 0,53  |
| Подвижный фосфор         | 0,36 | 0,23  |
| Подвижный калий          | 0,11 | 0,57  |
| рН <sub>сол.</sub> , ед. | 5,7  | 6,8   |

Микробиологический препарат Байкал ЭМ-1 (ЭМ) представляет собой водный раствор, содержащий комплекс микроорганизмов, обитающих в природе, и продуктов их жизнедеятельности. Минеральные удобрения вносили ежегодно как фон в дозе N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>60</sub>.

При закладке опыта проводили дискование дернины в два следа, внесение навоза и торфа, препарата Байкал ЭМ-1, разведенного в воде 1:1000. Затем осуществляли вспашку на глубину 18-20 см и ранневесеннее боронование. Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию. Опытная культура – реagent – горохо-овсяная смесь. Горох сорт Рокет (40% в смеси) и овес – Горизонт (60% в смеси). Норма высева гороха 0,6 млн всхожих семян на 1 га, овса – 3,6 млн всхожих семян на 1 га. Посев осуществляли СЗ-3,6А на глубину 4-6 см. После посева проводили прикатывание ЗКШ-6. Уборка механизированная и вручную.

Исследования проводили с использованием стандартных, общепринятых и современных методов, балансовых расчётов и по ГОСТам. Данные обрабатывали методом дисперсионного анализа.

Внесение в почву органических удобрений в виде навоза и торфа улучшало почвенную структуру более чем в 2 раза. Содержание агрономически ценных агрегатов размером 0,25-10 мм на контроле составляло 53,8 % при коэффициенте структурности 1,16. Внесение в почву навоза в дозе 25 т/га и торфа 100 т/га на фоне NPK увеличивало количество агрономически ценных агрегатов до 70,1-72,1 %, коэффициент структурности до 2,35-2,58 %. Водопрочность структуры в варианте 9 увеличилась по сравнению с контролем с 28,9 до 40,4 %, а с внесением микробного препарата (вар.10) до 42,0%.

Внесение в почву 100 т/га торфа, 25 т/га навоза и минеральных удобрений привело к повышению запасов продуктивной влаги в слое почвы 0-20 см с 28,6 до 33,1 мм, или на 4,5 мм (в 1,15 раза) за счет повышения вододерживающей способности почвы, т.е. показателей наименьшей влагоемкости. Органические удобрения заметно влияли на агрохимические свойства почвы (табл. 2).

**2. Агрохимические показатели дерново-подзолистого супесчаной почвы в слое 0-20см (среднее за 2011-2013 гг.)**

| Вариант опыта   | Гумус, % | мг/кг             |                               |                  | pH <sub>KCl</sub> | Емкость поглощения, мг-экв/100г почвы | Степень насыщенности основаниями, % |
|---|----------|-------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
|   |          | N <sub>дир.</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |                   |                                       |                                     |
| 1. Контроль   | 1,29     | 23                | 45                            | 33               | 5,1               | 5,94                                  | 52,9                                |
| 2. Фон (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub> ) | 1,35     | 83                | 107                           | 67               | 5,2               | 7,01                                  | 55,8                                |
| 3. Фон +H <sub>25</sub> +T <sub>25</sub>                  | 1,48*    | 225               | 129                           | 73               | 5,5               | 8,83                                  | 69,4                                |
| 4. Фон +H <sub>25</sub> +T <sub>25</sub> +ЭМ              | 1,52*    | 236               | 136                           | 77               | 5,6               | 9,34                                  | 71,1                                |
| 5. Фон +H <sub>25</sub> +T <sub>50</sub>                  | 1,58*    | 299               | 147                           | 84               | 5,7               | 9,72                                  | 71,2                                |
| 6. Фон +H <sub>25</sub> +T <sub>50</sub> +ЭМ              | 1,61*    | 310               | 156                           | 90               | 5,8               | 10,21                                 | 71,6                                |
| 7. Фон +H <sub>25</sub> +T <sub>75</sub>                  | 1,68*    | 362               | 163                           | 96               | 5,8               | 10,47                                 | 71,3                                |
| 8. Фон +H <sub>25</sub> +T <sub>75</sub> +ЭМ              | 1,73*    | 371               | 169                           | 102              | 6,0               | 10,99                                 | 72,4                                |
| 9. Фон +H <sub>25</sub> +T <sub>100</sub>                 | 1,80*    | 426               | 180                           | 111              | 5,8               | 10,79                                 | 73,4                                |
| 10. Фон +H <sub>25</sub> +T <sub>100</sub> +ЭМ            | 1,84*    | 438               | 184                           | 115              | 6,0               | 11,38                                 | 73,4                                |
| HCP <sub>05</sub>   | 0,22     | 34                | 23                            | 21               | 0,3               |                                       |                                     |

\*Содержание гумуса совместно с углеродом торфа и частицами не разложившегося навоза.

Примечание. Здесь и в других таблицах Н – навоз, Т – торф, ЭМ – биопрепарат Байкал ЭМ-1.

Так, в среднем за годы исследований, содержание гумуса в вариантах с навозом и торфом (вар. 3-10), по сравнению с фоном минеральных удобрений (вар. 2) увеличилось на 0,13-0,49%. Здесь следует рассматривать в основном увеличение содержания не гумуса, а углерода торфа и органических частиц не разложившегося навоза. При максимальной дозе внесения торфа 100 т/га содержание легкогидролизуемого азота повысилось с 83 до 438 мг/кг, или в 5,3 раза, подвижного фосфора с 107 до 184 мг/кг (в 1,7 раза) и обменного калия с 67 до 115 мг/кг (в 1,7 раза).

При внесении органических и минеральных удобрений снижается степень кислотности почв – от средне-до слабокислых и даже до близких к нейтральным. Это

обусловлено разложением органических остатков, их минерализацией. Внесение минеральных и органических удобрений положительно сказалось на увеличении суммы обменных оснований, емкости поглощения и насыщенности почвы основаниями.

Интенсивность разложения целлюлозы свидетельствует о том, что самая высокая активность микроорганизмов в почве отмечалась в варианте 10 (фон + H<sub>25</sub> + T<sub>100</sub> + ЭМ) и составляла 41,7 %, что в 3,8 раза больше чем на контроле. Применение микробиологического препарата усиливало разложение ткани на 4-8 % в зависимости от дозы органических удобрений. Биологическая активность микроорганизмов в свою очередь ускоряет разложение органического вещества и образование гумуса в почве.

Внесение органических и минеральных удобрений повышало питательную ценность кормовой массы горохо-овсяной смеси: сырого жира на 0,2 – 0,6 %, сырого протеина на 0,6–1,7, фосфора с 0,34 до 0,38 и кальция – с 0,63 до 0,68 %. Дополнительное внесение ЭМ улучшало биохимические показатели на 5-10 %.

Наибольшая урожайность горохо-овсяной смеси в среднем за три года отмечена в варианте 10–32,5 т/га, где на фоне минеральных удобрений вносился навоз (25 т/га) и торф (100 т/га), а также микробиологический препарат (табл. 3). При этом увеличение дозы торфа на 25 т/га повышало урожайность зеленой массы на 2,8-3,2 т/га, а применение микробиологического препарата – на 2,1-5,6 %, в зависимости от дозы вносимых органических удобрений. Одновременно с этим существенно лучше развивалась вегетативная масса смеси.

**3. Урожайность зеленой массы горохо-овсяной смеси при внесении удобрений, т/га**

| Вариант опыта   | Урожайность, т/га |         |         |         | Прибавка урожайности |     |         |    |
|---|-------------------|---------|---------|---------|----------------------|-----|---------|----|
|   |                   |         |         |         | от контро-ля         |     | от фона |    |
|   | 2011 г.           | 2012 г. | 2013 г. | среднее | т/га                 | %   | т/га    | %  |
| 1. Контроль   | 13,4              | 14,7    | 13,6    | 13,9    | -                    | -   | -       | -  |
| 2. Фон (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub> ) | 17,3              | 18,5    | 17,6    | 17,8    | 3,9                  | 28  | -       | -  |
| 3. Фон +H <sub>25</sub> +T <sub>25</sub>                  | 24,1              | 22,9    | 21,1    | 22,7    | 8,8                  | 63  | 4,9     | 28 |
| 4. Фон +H <sub>25</sub> +T <sub>25</sub> +ЭМ              | 25,3              | 24,4    | 22,9    | 24,2    | 10,3                 | 74  | 6,4     | 36 |
| 5. Фон +H <sub>25</sub> +T <sub>50</sub>                  | 26,7              | 25,6    | 24,2    | 25,5    | 11,6                 | 84  | 7,7     | 43 |
| 6. Фон +H <sub>25</sub> +T <sub>50</sub> +ЭМ              | 28,3              | 27,2    | 25,8    | 27,1    | 13,2                 | 95  | 9,3     | 53 |
| 7. Фон +H <sub>25</sub> +T <sub>75</sub>                  | 29,5              | 28,1    | 28,5    | 28,7    | 14,8                 | 107 | 10,9    | 61 |
| 8. Фон +H <sub>25</sub> +T <sub>75</sub> +ЭМ              | 31,2              | 30,0    | 29,1    | 30,1    | 16,2                 | 117 | 12,3    | 69 |
| 9. Фон +H <sub>25</sub> +T <sub>100</sub>                 | 32,3              | 31,5    | 31,0    | 31,6    | 17,7                 | 127 | 13,8    | 78 |
| 10. Фон +H <sub>25</sub> +T <sub>100</sub> +ЭМ            | 33,4              | 32,2    | 31,8    | 32,5    | 18,6                 | 134 | 14,7    | 83 |
| HCP <sub>05</sub> : по фактору А                          | 1,42              | 1,97    | 1,38    | -       | -                    | -   | -       | -  |
| по фактору В  | 0,14              | 0,32    | 0,27    | -       | -                    | -   | -       | -  |

Примечание. Фактор А – без внесения препарата Байкал ЭМ-1. Фактор В – с внесением препарата Байкал ЭМ-1.

Таким образом, с внесением органических удобрений создается оптимальный питательный режим, что способствует получению высоких и устойчивых урожаев зеленой массы.

По сроку окупаемости наиболее эффективным на дерново-подзолистых почвах был вариант 8, где на фоне минеральных удобрений вносили 25 т/га навоза, 75 т/га торфа и микробиологический препарат Байкал ЭМ-1. При этом дисконтированный прирост чистого дохода за три года составил 54430,6 руб/га по сравнению с 21058,5 руб/га на контроле, что в 2,6 раза выше. Срок

окупаемости данного варианта наименьший – 2 года. Во всех вариантах учитывали эколого-экономический эффект, который заключается в создании плодородного слоя почвы при внесении высоких доз органических удобрений.

Таким образом, внесение органических и минеральных удобрений с микробиологическим препаратом оказывает положительное влияние на агрофизические и химические свойства дерново-подзолистых почв. Содержание гумуса на фоне минеральных удобрений увеличилось на 0,19 % при внесении 25 т/га навоза и 25 т/га торфа и на 0,51 % при дозах 25 и 100 т/га соответственно. Улучшалась обеспеченность почвы подвижными формами питательных элементов. Емкость катионного обмена дерново-подзолистых почв увеличилась в 2,0-2,5 раза. При этом биологическая активность микроорганизмов при внесении органических и минеральных удобрений существенно возрастает. Внесение микробиологического препарата усиливало разложение льняной ткани на 4-8 %.

Минеральные удобрения увеличивали урожайность зеленой массы горохо-овсяной смеси на 28 %. Органические удобрения обеспечивали дополнительную прибавку урожая на 35-99 %. Прибавка урожая от микро-

биологического препарата изменялась от 7 до 12 %. При этом заметно улучшались кормовые качества горохо-овсяной смеси. В целом, на дерново-подзолистых супесчаных почвах рекомендуется использовать органичноминеральную систему удобрения (подстилочный навоз КРС, 25 т/га + низинный торф, 75 т/га + N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>60</sub>) с внесением микробиологического удобрения Байкал ЭМ-1.

#### Литература

1. Дубенок Н.Н., Томин Ю.А., Мажайский Ю.А. Приёмы окультуривания и принципы земледелия на мелиорируемых минеральных землях Нечернозёмья России и Беларуси. – Минск-Москва, 2009. – С. 224-255. 2. Ковалёв Н.Г. Органические удобрения в XXI веке / Н.Г. Ковалёв, И.Н. Барановский. – Тверь, 2006. – 305 с. 3. Кулаковская Т.Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений / Т.Н. Кулаковская. – М., 1990. – 218 с. 4. Курчевский С.М. Влияние удобрительной навозно-торфяной смеси с применением микробного препарата Байкал ЭМ-1 на биологическую активность дерново-подзолистой мелиорируемой почвы / С.М. Курчевский // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: матер. Междунар. научно-практ. конф. – Рязань, 2012. – С.285-287.

#### DEVELOPMENT OF MEASURES FOR IMPROVING THE FERTILITY OF LIGHT SODDY-PODZOLIC SOILS IN THE NONCHERNOZEMIC ZONE OF RUSSIA

Yu.A. Mazhaisky<sup>1</sup>, S.M. Kurchevsky<sup>2</sup>, A.V. Shuravilin<sup>3</sup>, <sup>1</sup>All-Russian Research Institute of Reclamation Agriculture  
<sup>2</sup>Belarusian State Agricultural Academy, ul. Michurina 5, Gorki, 213407 Belarus, <sup>3</sup>People's Friendship University of Russia,  
ul. Miklukho-Maklaya 6, Moscow, 117198 Russia

*The effect of different application rates of organic fertilizers in combination with mineral fertilizers and the microbiological fertilizer Baikal EM-1 on the agrophysical, chemical, and biological properties of loamy sandy soddy-podzolic soils and the yield of vetch-oat mixture has been studied. Improvement of the main soil properties, increase in the yield of green mass, and improvement of its quality have been revealed at the application of fertilizers and the bacterial preparation. A high efficiency of the growing of vetch-oat mixture at the annual application of mineral fertilizers and bacterial preparation in combination with manure and peat has been shown.*

*Keywords: soddy-podzolic soil, microbiological fertilizer, biological activity, mineral fertilizers, microbial preparation, manure, peat, vetch-oat mixture, green mass yield.*