

УДК631.8:631.559

## ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА КАЧЕСТВО И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ ВОЛЫНСКОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ

<sup>1</sup>Е. В. Полищук, научный сотрудник

<sup>2</sup>И. В. Новосад, старший научный сотрудник

<sup>1</sup>Институт водных проблем

и мелиорации НААН Украины

<sup>2</sup>Волынская государственная сельскохозяйственная  
опытная станция Института сельского хозяйства

Западного Полесья НААН Украины

E-mail: polishchuk.k@mail.ru

**Ключевые слова:** инокуляция, бактериальные препараты, био-гран, ризогумин, микрогумин, урожайность

**Реферат.** Приведены результаты исследований по актуальной теме биологизации земледелия, а именно разработке технологий повышения продуктивности сельскохозяйственных культур за счет использования бактериальных препаратов. Изложены результаты продуктивности и качества продукции культур зернового пятипольного севооборота на фонах минеральной и биологической систем удобрения при использовании биогран, ризогумина и микрогумина. Установлено, что в условиях Волынского Полесья Украины на дерново-подзолистых супесчаных глеевых почвах применение бактериальных препаратов биогран и ризогумин при биологической системе удобрения повышало урожайность кукурузы на зеленую массу на 6,3 т/га, пелюшки – на 0,9 т/га с существенным улучшением качества выращиваемых культур.

Сокращение внесения органических и минеральных удобрений, развитие эрозионных процессов, разрушение мелиоративных систем, широкое распространение вредителей и возбудителей болезней – все это приводит к снижению плодородия почв в большинстве хозяйств Украины.

Особенно это касается мелиорируемых земель гумидной зоны Украины. Технологии выращивания сельскохозяйственной продукции на этих землях имеют свои особенности, обусловленные спецификой почвенного покрова и связанные с необходимостью регулирования водного режима, применения соответствующих севооборотов и систем удобрения. Кроме того, любая потеря азота на дерново-подзолистых почвах (отчуждение с урожаем, высвобождение в атмосферу, вымывание в нижние горизонты почвенного профиля) связана с уменьшением содержания гумуса.

Поэтому на мелиорируемых землях необходима такая система земледелия, которая бы обеспечивала получение устойчивых урожаев сельскохозяйственной продукции высокого качества с одновременным улучшением плодородия почвы. Решением данной проблемы может стать внедрение биологической системы земледелия, которая базируется на значительном сокращении применения минеральных удобрений и пестицидов с широким использованием бактериальных препаратов, сидератов, другой побочной продук-

ции полевых культур и органических удобрений. Главными преимуществами такой системы земледелия являются получение высокого качества продукции сельскохозяйственных культур, уменьшение загрязнения окружающей среды и повышение плодородия почвы [1–5].

В биологической системе земледелия одним из перспективных направлений увеличения урожайности сельскохозяйственных культур и их качества, а также повышения плодородия почв является внедрение в производство энергосберегающих технологий с применением биологических препаратов.

Цель наших исследований – повышение урожайности кукурузы, ярового ячменя и кормового гороха и улучшение их качества путем активизации азотфиксации биологического азота за счет использования бактериальных препаратов.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в течение 2010–2012 гг. в условиях стационарного полевого опыта на дерново-подзолистых глеевых супесчаных почвах опытного хозяйства «Первое мая» Волынской государственной сельскохозяйственной опытной станции (Рожищенский район Волынской области).

Опытная площадь участка – 96 м<sup>2</sup>, учетная – 50 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная. Схема опыта: контроль (без удобрений), минеральная (NPK) и биологическая (навоз и сидерат, солома) системы удобрения. Навоз и сидерат использовали под кукурузу, солому предшественника – под пелюшку, в качестве сидерата высевали кормовой горох. Исследования проводили в звене зерно-кормового пятипольного севооборота (яровой ячмень – клевер – озимая пшеница – кормовой горох (пелюшка) – кукуруза на зеленую массу). Технология выращивания культур – общепринятая для зоны Западного Полесья.

Инокуляцию семян проводили в день посева нанесением бактериальных препаратов на семена. Норма внесения биопрепаратов – 200 г/га. Биогран (*Azospirillum lipoferum* 4014, биогумус, макроэлементы и микроэлементы в хелатной форме) применяли на кукурузе (зеленая масса); микрогумин (*Azospirillum brasilense* 410, биогумус, макроэлементы и микроэлементы в хелатной форме) – на яровом ячмене; ризогумин (клубеньковые бактерии, биогумус, макроэлементы и микроэлементы в хелатной форме) – на кормовом горохе.

Содержание гумуса в пахотном слое опытного участка составляет 1,4%, рН солевой вытяжки – 5,0, количество соединений азота легкогидролизуемого – 5,6 мг/100 г, подвижного фосфора – 17,4 и обменного калия – 7,8 мг/100 г почвы.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Применение в наших опытах биологической и минеральной системы удобрения с использованием бактериальных препаратов на дерново-подзолистой супесчаной глеевой почве оказало значительное влияние на качество сельскохозяйственных культур в севообороте (табл. 1).

Так, содержание сырого протеина в зеленой массе кукурузы колебалось в зависимости от системы удобрений без инокуляции от 10,8 до 13,6%, а в инокулированных вариантах от 11,46 до 13,50%. Максимальное количество протеина в зеленой массе кукурузы получено при биологической системе удобрения (50 т/га навоза и сидерат) – 13,6%. Меньше его содержалось при минеральной системе удобрений с внесением  $N_{100}P_{90}K_{100}$  – 10,77%. При инокуляции семян кукурузы биограном меньше всего протеина содержалось при биологической системе удобре-

ния – 11,46%, а самый высокий показатель был в контроле – 13,50%.

Повышение содержания клетчатки в силосной массе кукурузы приводит к значительному ухудшению ее качества, что отрицательно влияет на переваримость корма. Нами обнаружено, что меньше сырой клетчатки находилось в растениях в контроле и при биологической системе удобрения без инокуляции – 22,3 и 21,5% соответственно. При инокуляции содержание клетчатки в урожае с внесением  $N_{100}P_{90}K_{100}$  составляло 20,3%.

Наиболее высокое содержание сырой золы было в растениях кукурузы в контроле – 4,8%, а при биологической и минеральной системах удобрений – 4,7%. Инокуляция кукурузы биограном повысила содержание золы по сравнению с участками без инокуляции при минеральной системе удобрения на 1,1%.

Высокое содержание безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) было отмечено на контрольных участках – 57,3% и при внесении 50 т/га навоза и сидерата – 57,2%. Инокуляция семян кукурузы биограном способствовала повышению содержания БЭВ при минеральной системе на 3,1%, а биологической – на 2,6% по сравнению с растениями без инокуляции.

Анализ качества зерна ячменя показал, что содержание сырого протеина при указанных системах удобрения без инокуляции колеблется в пределах 14,4–17,8%, а при инокуляции семян бактериальным препаратом микрогумин – 13,8–16,9%. На контрольных участках без внесения препарата содержание протеина составляло 17,8%, а при минеральной и биологической системе удобрения его содержание снизилось до 14,4 и 14,7% соответственно. При внесении  $N_{60}P_{50}K_{60}$  и использовании бактериального препарата микрогумин содержание протеина было низким – 13,8%.

При внесении минеральных удобрений в норме  $N_{60}P_{50}K_{60}$  содержание сырой клетчатки в зерне ярового ячменя повысилось лишь на 0,1% по сравнению с участками без удобрений, а последствие навоза в биологической системе удобрения снизило содержание клетчатки на 0,2% против контроля. Проведение инокуляции семян микрогумином повысило содержание клетчатки только в биологической системе удобрения – на 0,3% против вариантов без инокуляции.

Содержание сырой золы в растениях ячменя в зависимости от системы удобрений находилось на уровне 2,9–3,2% без инокуляции, а с инокуляцией – 2,6–3,1%.

Таблица 1

Влияние систем удобрения и предпосевной обработки семян бактериальными препаратами на качество продукции (2010–2012 гг.), % на абсолютно сухое вещество

| Система удобрений                                                           | Сырой протеин | Сырой жир | Сырая клетчатка | Сырая зола | БЭВ   |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|-----------------|------------|-------|
| <b>Кукуруза на зеленую массу</b>                                            |               |           |                 |            |       |
| <i>Без инокуляции</i>                                                       |               |           |                 |            |       |
| Контроль (без удобрений)                                                    | 13,5          | 2,1       | 22,3            | 4,8        | 57,3  |
| Минеральная (N <sub>100</sub> P <sub>90</sub> K <sub>100</sub> )            | 10,8          | 2,1       | 26,6            | 4,7        | 55,8  |
| Биологическая (навоз 50 т/га + сидерат)                                     | 13,6          | 2,9       | 21,5            | 4,7        | 57,2  |
| <i>С инокуляцией</i>                                                        |               |           |                 |            |       |
| Контроль (без удобрений) + биогран                                          | 13,5          | 2,0       | 25,2            | 4,5        | 54,7  |
| Минеральная (N <sub>100</sub> P <sub>90</sub> K <sub>100</sub> ) + биогран  | 12,9          | 2,1       | 20,3            | 5,8        | 58,9  |
| Биологическая (навоз 50 т/га + сидерат) + биогран                           | 11,5          | 2,7       | 21,2            | 4,9        | 59,8  |
| НСР <sub>05</sub>                                                           | 1,19          | 0,46      | 2,80            | 0,88       | 3,00  |
| <b>Яровой ячмень</b>                                                        |               |           |                 |            |       |
| <i>Без инокуляции</i>                                                       |               |           |                 |            |       |
| Контроль (без удобрений)                                                    | 17,8          | 2,9       | 5,0             | 2,9        | 71,3  |
| Минеральная (N <sub>60</sub> P <sub>50</sub> K <sub>60</sub> )              | 14,4          | 2,5       | 5,1             | 3,0        | 74,9  |
| Биологическая (навоз, последствие)                                          | 14,7          | 3,2       | 4,8             | 3,0        | 74,2  |
| <i>С инокуляцией</i>                                                        |               |           |                 |            |       |
| Контроль (без удобрений) + микрогумин                                       | 16,9          | 2,6       | 5,1             | 2,9        | 72,4  |
| Минеральная (N <sub>60</sub> P <sub>50</sub> K <sub>60</sub> ) + микрогумин | 13,8          | 2,3       | 3,7             | 2,8        | 77,6  |
| Биологическая (навоз, последствие) + микрогумин                             | 15,1          | 3,1       | 5,1             | 2,7        | 74,11 |
| НСР <sub>05</sub>                                                           | 2,18          | 0,40      | 0,74            | 0,15       | 2,71  |
| <b>Кормовой горох</b>                                                       |               |           |                 |            |       |
| <i>Без инокуляции</i>                                                       |               |           |                 |            |       |
| Контроль (без удобрений)                                                    | 22,6          | 4,0       | 29,8            | 6,5        | 37,2  |
| Минеральная (N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> )              | 21,5          | 4,0       | 30,9            | 6,5        | 37,1  |
| Биологическая (солома)                                                      | 21,6          | 3,9       | 30,7            | 7,0        | 36,7  |
| <i>С инокуляцией</i>                                                        |               |           |                 |            |       |
| Контроль (без удобрений) + ризогумин                                        | 23,8          | 4,0       | 30,7            | 6,6        | 35,0  |
| Минеральная (N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> ) + ризогумин  | 19,9          | 4,1       | 29,8            | 6,5        | 39,7  |
| Биологическая (солома) + ризогумин                                          | 19,9          | 3,8       | 30,5            | 6,7        | 39,1  |
| НСР <sub>05</sub>                                                           | 1,62          | 0,27      | 1,09            | 1,03       | 2,73  |

Показатели БЭВ на ячмене яровом при минеральной и биологической системах удобрения без инокуляции колебались в пределах 74,9–74,2%, при проведении инокуляции – 77,6–74,1%. Достаточно высоким содержание БЭВ было при минеральной системе удобрения – 74,9%, что превысило контроль на 3,8%. Немного меньше БЭВ содержалось при биологической системе удобрения – 74,2% против 71,3 без удобрения. Бактеризация семян микрогумином при минеральной системе удобрения повысила показатели БЭВ на 2,7% против участков без инокуляции. При биологической системе удобрения с иноку-

ляцией содержание БЭВ уменьшилось на 0,1% против участков без инокуляции.

Содержание сырого протеина в зеленой массе кормового гороха наиболее высоким было в контроле – 22,6%. Меньшее содержание протеина наблюдали после заделки соломы, его показатели были ниже контрольных участков на 1%. Бактеризация семян кормового гороха ризогумином повысила содержание протеина только на контрольных участках – до 23,8%.

Содержание сырой клетчатки в растениях пелюшки на зеленую массу без бактериализации колебалось в пределах 29,8–30,9%, а при бакте-

ризации – 29,8–30,7%. Больше сырой клетчатки содержалось в растениях на участках с минеральной системой удобрения – 30,9%, что превышало контроль на 1,1%, а менее всего – с биологической системой удобрения – 30,8%, что превышало контроль на 0,96%. Инокуляция семян уменьшала содержание клетчатки на участках с минеральной и биологической системами удобрений на 1,1 и 0,3% соответственно против минеральной и биологической систем удобрения, на которых бактериализация не проводилась.

Меньше всего сырой золы содержалось в растениях пелюшки при минеральной системе удобрения – 6,5%, а при биологической немного больше – 7,0%. Использование биопрепарата

ризогумин повысило содержание сырой золы на контрольном участке на 0,1%.

Содержание БЭВ при разных системах удобрения без инокуляции семян колебалось в пределах 36,7–37,2%, а проведение инокуляции семян повысило его на 0,4–2,4%. Высшим показателем БЭВ был в контроле и составил 37,2% при минеральной системе он снизился на 0,1, при биологической – на 0,5%. Инокуляция повысила содержание БЭВ на участках при биологической системе удобрения до 39,1, минеральной – до 39,7% против посевов без инокуляции.

Нами установлено, что инокуляция семян биопрепаратами обеспечивает достоверный прирост урожайности сельскохозяйственных культур при всех системах удобрения (табл. 2).

*Таблица 2*

**Влияние систем удобрения и инокуляции семян биопрепаратами на урожайность сельскохозяйственных культур (2010–2012 гг.), т/га**

| Система удобрений                             | Кукуруза на зеленую массу |                 |                                     | Пелюшка          |                 |                                       | Ячмень яровой    |                 |                                        |
|-----------------------------------------------|---------------------------|-----------------|-------------------------------------|------------------|-----------------|---------------------------------------|------------------|-----------------|----------------------------------------|
|                                               | урожай-<br>ность          | прибавка        |                                     | урожай-<br>ность | прибавка        |                                       | урожай-<br>ность | прибавка        |                                        |
|                                               |                           | к кон-<br>тролю | от при-<br>менения<br>биогра-<br>на |                  | к кон-<br>тролю | от при-<br>менения<br>ризогу-<br>мина |                  | к кон-<br>тролю | от при-<br>менения<br>микро-<br>гумина |
|                                               | Без инокуляции            |                 |                                     |                  |                 |                                       |                  |                 |                                        |
| Контроль (без удобрений)                      | 32,2                      | -               | -                                   | 23,6             | -               | -                                     | 0,8              | -               | -                                      |
| Минеральная (NPK)                             | 45,0                      | 12,8            | -                                   | 40,2             | 16,6            | -                                     | 3,3              | 2,5             | -                                      |
| Биологическая<br>(навоз + сидерат)            | 38,7                      | 6,5             | -                                   | 35,8             | 12,2            | -                                     | 2,3              | 1,5             | -                                      |
|                                               | С инокуляцией *           |                 |                                     |                  |                 |                                       |                  |                 |                                        |
| Контроль (без удобрений)<br>+ препарат        | 35,4                      | 3,2             | 3,2                                 | 25,4             | 1,8             | 1,8                                   | 0,9              | 0,1             | 0,1                                    |
| Минеральная (NPK) + пре-<br>парат             | 46,9                      | 14,7            | 1,9                                 | 42,5             | 18,9            | 2,3                                   | 3,5              | 2,7             | 0,1                                    |
| Биологическая (навоз +<br>сидерат) + препарат | 45,0                      | 12,8            | 6,3                                 | 36,7             | 13,1            | 0,9                                   | 2,3              | 1,5             | 0                                      |
| НСР <sub>05</sub> , т/га                      | 4,43                      |                 |                                     | 4,32             |                 |                                       | 0,24             |                 |                                        |
| НСР <sub>05</sub> инокуляция, т/га            | 2,21                      |                 |                                     | 2,16             |                 |                                       | 0,12             |                 |                                        |
| НСР <sub>05</sub> удобрения, т/га             | 3,13                      |                 |                                     | 3,06             |                 |                                       | 0,17             |                 |                                        |

\*Биогран – кукуруза на зеленую массу; микрогумин – ячмень яровой; ризогумин – пелюшка.

Так, минеральная система с внесением N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>100</sub> повысила урожайность зеленой массы кукурузы на 12,8 т/га, а биологическая с применением 50 т/га навоза и сидерата – на 6,5 т/га против 32,2 т/га в контроле. Наибольшую прибавку урожайности получили при инокуляции семян кукурузы биограном в биологической системе удобрения, что обеспечивало прирост урожайности к контролю без инокуляции 12,8 т/га, а к биологической системе удобрения без инокуляции – 6,3 т/га.

Наименьшую урожайность пелюшки на зеленую массу на дерново-подзолистой глеевой супесчаной почве получили на участке без применения удобрений – 23,6 т/га. Использование минеральной системы удобрения обеспечило урожайность культуры на уровне 40,2 т/га. Биологическая система удобрения при заделке соломы предшественника обеспечила урожайность на уровне 35,8 т/га, что на 12,2 т/га превышает контроль.

Внедрение бактериального препарата ризогумин при минеральной и биологической системах удобрения обеспечило урожайность культуры на уровне 42,5 и 36,7 т/га, что на 0,9 и 2,3 т/га больше по сравнению с растениями без инокуляции семян бактериальным препаратом.

Наилучшие результаты от применения систем удобрения были отмечены на яровом ячмене при минеральной системе удобрения ( $N_{30}P_{60}K_{60}$ ) – 3,3 т/га, что в 2 раза превышало показатели урожайности в контроле. Урожайность ячменя при биологической системе удобрения была на уровне 2,3 т/га против 0,8 в контроле.

Инокуляция семян ярового ячменя микрогумином мало влияла на его урожайность.

## **ВЫВОДЫ**

1. На дерново-подзолистой супесчаной глеевой почве в условиях Волынского Полесья применение бактериальных препаратов биогран, ризогумин при биологической системе удобрения обеспечивало стабильную прибавку урожайности: кукурузы на зеленую массу – на 6,3, пелюшки – на 0,9 т/га против урожайности культур на участках без их внесения.
2. Совместное применение бактериальных препаратов с биологической системой удобрения положительно влияло на качество зеленой массы кукурузы, зерна ярового ячменя, зеленой массы кормового гороха.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Ковалевська Т.М. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика / В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Т.М. Ковалевська [та ін.]. – Київ: Аграрна наука, 2006. – 312 с.
2. Канівець В.І. Життя ґрунту. – Київ: Урожай, 1990. – 160 с.
3. Патица В.П., Коць С.Я., Волкогон В.В. Біологічний азот. – Київ: Світ, 2003. – 424 с.
4. Рижук С.М., Слюсар І.Т. Агроекологічні основи ефективного використання осушуваних ґрунтів Полісся і Лісостепу України. – Київ, 2006. – 421 с.
5. Тараріко Ю.О. Формування сталих агроєкосистем. – Київ: Аграрна наука, 2005. – 508 с.

## **THE INFLUENCE OF FERTILIZERS UPON GRAIN CROP QUALITY AND PRODUCTIVITY IN THE DERNO-PODZOL SOILS IN UKRAINE VOLYNSKY POLESYE (WOODLANDS)**

**E. V. Polishchuk, I. V. Novosad**

*Key words:* inoculation, bacterial formulations, Biogran, Rizogumin, Microgumin, productivity

*Summary. The paper provides research data on the timely and burning subject of farming biologization, particularly the development of technologies to improve farm crops productivity at the expense of bacterial formulations application. It also conveys the information about the results gained in the productivity and quality of the crops of grain five-course rotation in the backgrounds of mineral and biological fertilization systems with Biogran, Rizogumin and Microgumin applied. It was established that under the conditions of Ukraine Volynsky Polesye (woodlands) and in the derno-podzol sabulous gley soils, the treatment with the bacterial formulations, such as Biogran and Rizogumin, within the biological fertilization system increased the productivity corn for green mass by 6.3 t/ha and Austrian winter pea by 0.9 t/ha with concurrent improvement in the cultivated crops quality*