

ВЛИЯНИЕ АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОВОГО СЕВООБОРОТА

Наталья Анатольевна Чуян, доктор сельскохозяйственных наук
Нина Петровна Масютенко, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Галина Михайловна Брескина, кандидат сельскохозяйственных наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Курский федеральный аграрный научный центр»,
г. Курск, Россия

E-mail: natalia-chuyan@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты изучения влияния обработки биопрепаратами (Грибофит и Имуназот) побочной продукции отдельно и совместно с азотными удобрениями (10 кг д. в./т соломы) на урожайность культур и продуктивность зернового севооборота «ячмень – гречиха – кормовые бобы – озимая пшеница». Работа выполнена (2018–2021 годы) в Курской области на черноземе типичном слабоэродированном тяжелосуглинистом. Схема опыта: 1. Измельченная побочная продукция культур севооборота (контроль); 2. Измельченная побочная продукция культур севооборота + азотные удобрения, 10 кг д. в. N/т соломы зерновых культур; 3. Измельченная побочная продукция культур севооборота + биопрепараты (Грибофит и Имуназот); 4. Измельченная побочная продукция культур севооборота + биопрепараты (Грибофит и Имуназот) + азотные удобрения, 10 кг д. в. N/т соломы побочной продукции. Внесение биопрепаратов с поверхностной заделкой побочной продукции культур способствовало увеличению урожайности всех культур зернового севооборота по отношению к контролю: ячмень – 6,3%, гречиха – 6,5%, кормовые бобы – 45,5% и озимая пшеница – в два раза. При совместном действии биопрепаратов и азотных удобрений с измельченными растительными остатками получена максимальная урожайность кормовых бобов – 1,73 т/га. Действие азотных удобрений повысило продуктивность зернового севооборота на 6,3, 9,7 и 53,6% по сравнению с вариантом совместного их внесения с биопрепаратами, опытом с одними биопрепаратами и по отношению к контролю, соответственно.

Ключевые слова: биопрепараты, азотные удобрения, урожайность, побочная продукция, продуктивность зернового севооборота

INFLUENCE OF AGROBIOTECHNOLOGY ON GRAIN CROP ROTATION PRODUCTIVITY

N.A. Chuyan, *Grand PhD in Agricultural Sciences*
N.P. Masyutenko, *Grand PhD in Agricultural Sciences, Professor*
G.M. Breskina, *PhD in Agricultural Sciences*

Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Agricultural Kursk Research Center”, Kursk, Russia

E-mail: natalia-chuyan@yandex.ru

Abstract. The paper presents the results of research on the effect of the treatment of by-products with biopreparations (Gribophyt and Imunazot), both separately and together with nitrogen fertilizers (at the rate of 10 kg of NPPN. per 1 t of straw) on crop yield and productivity of the grain crop rotation “barley – buckwheat – fodder beans – winter wheat”. The work was carried out in 2018–2021 in Kursk Region on typical slightly eroded heavy loamy chernozem soil. The results were obtained for the following variants: 1. Shredded by-products of crop rotation crops (control); 2. Shredded by-products of crop rotation crops + nitrogen fertilizers at the rate of 10 kg of NPPN per 1 ton of cereal straw; 3. Shredded by-products of crop rotation crops + biological preparations (Gribophyt and Imunazot); 4. Shredded by-products of crop rotation crops + biological preparations (Gribophyt and Imunazot) + nitrogen fertilizers at the rate of 10 kg of NPPN per ton of by-product straw. The results of the experiments showed that application of biological preparations with surface embedding of crop by-products had a positive impact on increasing the yield of all the crops of the grain rotation in comparison with the control by 6,3% for barley, 6,5% for buckwheat, 45,5% for fodder beans and 2 times for winter wheat but the advantage was retained for application of nitrogen fertilizers. The only exception was fodder beans, where the variant of joint application of biopreparations and nitrogen fertilizers with shredded crop residues provided a maximum bean yield of 1,73 t ha. The effect of nitrogen fertilizers should be singled out in increasing the productivity of the grain crop rotation when using plant residues as fertilizers, where the rise in productivity was observed by 6,3, 9,7 and 53,6% with regard to the variant of combined application of nitrogen fertilizers and biological preparations, that with biological preparations and that with regard to the control, respectively.

Keywords: biological preparations, nitrogen fertilizers, yield, by-products, productivity of grain crop rotation

В условиях современного сельскохозяйственного производства внедрение экологически безопасных технологий возделывания культур позволяет не только обеспечить повышение урожайности и качества растениеводческой продукции, но и минимизировать антропогенное влияние на агроландшафт.

Актуальны приемы биологизации и ресурсосбережения в земледелии с использованием биологических средств защиты растений, регуляторов роста, побочной продукции в качестве органического удобрения и микробиологических препаратов широкого спектра действия. [8, 15]

Биопрепараты способствуют увеличению скорости разложения послеуборочных растительных остатков, обогащению почв элементами питания, стимулируют улучшение количественных и качественных показателей сельхозпродукции, уменьшают стрессовое воздействие на растение неблагоприятных условий среды. [12] Это доказывает целесообразность обработки соломы перед ее запашкой биопрепаратами. [5]

Большое внимание уделяется изучению влияния биопрепаратов на урожайность ярового ячменя, бобовых культур. [1, 2]

При обработке семян озимой пшеницы смесью биопрепаратов Гуапсин и Трихофит и посевов Гуапсином прибавка урожайности зерна была выше на 0,75 т/га по отношению к контролю. [4]

Наряду с положительными результатами, подтверждающими эффективность биопрепаратов, применяемых для инокуляции соломы, экспериментальные данные некоторых исследователей свидетельствуют об отсутствии эффекта в улучшении качества почвы и повышении урожайности культур. [9, 11, 14] Буферность почвенной экосистемы по отношению к внедряемым модификаторам и конкуренция с сообществом аборигенной микрофлоры – основной ограничивающий фактор получения стойкого положительного эффекта от их применения. [12]

Использование препарата Имуназот (штаммы бактерий *Pseudomonas*), обладающего широким спектром антимикробного, антифунгального и ростстимулирующего действия, положительно влияет на формирование продуктивности гречихи при внесении с послеуборочными остатками ячменя. [7]

Активность биологических препаратов зависит от почвенно-климатических условий, поэтому сложно раскрыть их потенциал без дополнительного ресурса в виде органических и минеральных удобрений. Агробиотехнология включает обработку биопрепаратами семян, почвы, посевов, измельченной побочной продукции сельскохозяйственных культур с азотными удобрениями и без них.

Цель работы – изучить влияние агробиотехнологии на урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность зернового севооборота.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Научно-производственный опыт проводили в 2018–2021 годах на площади 1,5 га около с. Панино Курской обл., Медвенского р-на (ФГБНУ "Курский ФАНЦ") в зерновом севообороте «яровой ячмень – гречиха – кормовые бобы – озимая пшеница» в четырех вариантах. Выращивали яровой ячмень сорта *Суздалец*, гречиху – *Деметра*, кормовые бобы – *Стрелецкие ранние*, озимую пшеницу – *Леонида*. Уравнительный посев – озимая пшеница *Синтетик*.

Схема опыта: 1. Измельченные растительные остатки; 2. Измельченные растительные остатки + азотные удобрения, 10 кг л. в. N/т соломы зерновых культур; 3. Измельченные растительные остатки, обработанные биопрепаратами Грибофит (5 л/га) и Имуназот (3 л/га) + обработка семян биопрепаратами Грибофит (2 л/т) и Имуназот (3 л/т) + обработка почвы перед посевом биопрепаратами Грибофит

(5 л/га) и Имуназот (3 л/га) + обработка посевов два раза за вегетацию биопрепаратами Грибофит (5 л/га) и Имуназот (3 л/га) – агробиотехнология 1; 4. Измельченные растительные остатки, обработанные биопрепаратами Грибофит (5 л/га) и Имуназот (3 л/га) + обработка семян биопрепаратами Грибофит (2 л/т) и Имуназот (3 л/т) + обработка почвы перед посевом биопрепаратами Грибофит (5 л/га) и Имуназот (3 л/га) + обработка посевов два раза за вегетацию биопрепаратами Грибофит (5 л/га) и Имуназот (3 л/га) + азотные удобрения, 10 кг д. в. N/т соломы зерновых культур – агробиотехнология 2.

Опыт заложен в соответствии с общепринятыми методиками в трехкратной повторности, культуры выращивали по рекомендуемым технологиям в условиях ЦЧР. [3] Во всех вариантах после уборки культур побочную продукцию (измельченные растительные остатки) использовали в качестве удобрения.

Основные действующие компоненты агробиотехнологии, применяемые в опыте – это культуры двух микроорганизмов: гриб *Trichoderma viride*, представленный в форме биопрепарата Грибофита и *Pseudomonas aureofaciens* (Имуназот). Грибофит – экологически безопасный биофунгицид, ростостимулятор, фосфатмобилизатор. Препарат содержит споры и мицелий гриба *T. viride*, а также, продуцируемые грибом в процессе производственного культивирования, биологически активные вещества (антибиотики, ферменты, витамины, фитогормоны). Имуназот – биологический препарат на основе ризосферных бактерий *P. aureofaciens*, фосфатмобилизатор контактного и системного действия. Обладает ростстимулирующей активностью, повышает всхожесть и энергию прорастания, способствует усиленному развитию корневой системы растений. [7]

Семена обрабатывали биопрепаратами за день до посева ранцевым опрыскивателем, затем их просушивали в затемненном помещении. Измельченные растительные остатки, почву перед посевом и вегетирующие растения опрыскивали с помощью ОП-2000/24. Аммиачную селитру вносили навесным разбрасывателем РН-0,8 перед заделкой пожнивно-корневых остатков. Измельченные растительные остатки заделывали в почву дисковой бороной на глубину 10...12 см. Через 40...60 дн. проводили основную отвальную обработку почвы под зерновые культуры на глубину 20...22 см.

Урожай ячменя, гречихи, кормовых бобов и озимой пшеницы убирали прямым комбайнированием (Sampro-500) с площади 600 м² (50×12 м). Определяли урожайность культур вручную с метровых учетных площадок по диагонали делянки в трехкратной повторности. [3]

Почва – чернозем типичный слабоэродированный тяжелосуглинистый на карбонатном лессовидном суглинке, в пахотном слое среднее содержание гумуса (по Тюрину) – 4,98±0,15%. Реакция почвенной среды нейтральная (рН_{сол} – 6,3...6,5). Содержание обменного кальция – 22,0...23,3 мг-экв./100 г почвы, подвижных форм фосфора и калия (по Чirikову) – 8,8...2,0 мг/кг и 9,7...11,2 мг/кг соответственно, общего азота (по Кьельдалю) – 0,22...0,23%, обменного аммония по ЦИНАО (ГОСТ 26487-85) –

10,9...13,2 мг/кг, нитратного азота (метод Грандваль-Ляжу) – 4,8...5,1 мг/кг.

Гидротермические условия в периоды исследования характеризовались неустойчивым температурным режимом и неравномерным выпадением осадков. Среднемесячная температура 2018 года за вегетацию ярового ячменя была выше нормы в среднем на 3,1°C. С апреля по июнь – дефицит осадков (всего 61 мм), величина гидротермического коэффициента (ГТК) была низкая – 0,49...0,42. В июле количество осадков на 99 мм превысило среднегодовую величину (ГТК – 2,7). Период уборки ячменя был засушливым (ГТК – 0,14).

Среднемесячная температура 2019 года с апреля по июнь была выше нормы в среднем на 2,9°C, с июля по сентябрь – ниже на 1,1°C. С апреля по август ГТК – 0,85, в мае-июне – 0,46, что неблагоприятно сказалось на развитии гречихи.

Среднегодовая температура воздуха в 2020 году составила 16,5°C (выше нормы на 1,5°C). Максимальное количество осадков в мае – 115, июле – 107 мм. В августе и сентябре осадков выпало меньше среднегодовых данных на 36 и 50 мм соответственно. С апреля по июль ГТК колебался от 1,47 до 1,67. Такие условия положительно повлияли на рост и развитие кормовых бобов. Август и сентябрь характеризовались низким ГТК (0,32), засушливая погода отрицательно отразилась на сборе урожая кормовых бобов.

Неблагоприятные агрометеорологические условия 2021 года при созревании зерна (ГТК в июле – 0,89, августе – 0,58) привели к низкой урожайности озимой пшеницы.

Экспериментальные данные обрабатывали методами математической статистики с использованием программ Microsoft office EXCEL 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При поверхностной заделке измельченной соломы озимой пшеницы с азотными удобрениями в зерновом севообороте урожайность зерна ячменя повысилась на 0,49 т/га относительно контроля. В варианте совместного внесения азотных удобрений и биопрепаратов (Грибофит и Имуназот) прибавка урожайности составила 0,35 т/га по от-

ношению к контролю, но была на 0,14 т/га меньше, чем в варианте с азотными удобрениями.

По сравнению с контролем, Грибофит и Имуназот обеспечили значимое повышение урожайности зерна ячменя на 0,18 т/га, что выше на 0,17 и 0,31 т/га по отношению к вариантам комплексного внесения азотных удобрений с биопрепаратами и азотных удобрений соответственно (табл. 1).

На формирование максимальной урожайности гречихи в наибольшей степени оказывали воздействие азотные удобрения. Если в варианте с их применением она составила 2,03 т/га, то при сочетании измельченной соломы ярового ячменя с биопрепаратами (Грибофит и Имуназот) – 1,48 т/га, при сборе семян на контроле – 1,39 т/га.

Прием совместного внесения азотных удобрений и биопрепаратов обеспечил увеличение урожайности семян гречихи на 0,2 т/га по отношению к варианту с одними биопрепаратами, но на 0,35 т/га уступал использованию азотных удобрений на фоне поверхностной заделки соломы ячменя. Относительно контроля в варианте совместного внесения азотных удобрений и биопрепаратов урожайность гречихи повышалась на 0,29 т/га. В опыте с биопрепаратами урожайность гречихи увеличилась на 0,09 т/га по сравнению с контролем.

Отсутствие осадков в период формирования кормовых бобов привело к низкой урожайности культуры. Комплексное использование азотных удобрений и биопрепаратов обеспечило максимальный сбор бобов (на 0,83 т/га выше контроля), отдельное их действие уступало варианту с совместным на 0,35 и 0,42 т/га соответственно.

Вариант с внесением азотных удобрений с поверхностной заделкой соломы гречихи обеспечил повышение урожайности бобов по отношению к контролю на 0,48 т/га, с одними биопрепаратами – 1,31 т/га, только с минеральными удобрениями – 1,38 т/га, но прибавка урожайности с биопрепаратами была выше контроля на 0,41 т/га (табл. 1).

Поверхностная заделка растительных остатков кормовых бобов с биопрепаратами Имуназот и Грибофит в зерновом севообороте увеличивала урожайность озимой пшеницы по отношению к контролю на 2,19 т/га. Наибольшая прибавка урожайности озимой пшеницы – в 2,3 раза выше контрольного

Таблица 1.

Влияние биологических приемов на урожайность культур и продуктивность зернового севооборота

Вариант	Культура севооборота								Продуктивность звена, тыс. зерн. ед./га
	яровой ячмень		гречиха		кормовые бобы		озимая пшеница		
	У	П	У	П	У	П	У	П	
	т/га								
Измельченные растительные остатки	2,87	–	1,39	–	0,90	–	2,14	–	6,97
Измельченные растительные остатки + N ₁₀ кг д.в./т соломы	3,36	0,49	2,03	0,64	1,38	0,48	4,42	2,28	10,71
Измельченные растительные остатки + биопрепараты (Грибофит + Имуназот) – агробиотехнология 1.	3,05	0,18	1,48	0,09	1,31	0,41	4,33	2,19	9,83
Измельченные растительные остатки + N ₁₀ кг д.в./т соломы + биопрепараты (Грибофит + Имуназот) – агробиотехнология 2.	3,22	0,35	1,68	0,29	1,73	0,83	3,84	1,7	10,08
НСР ₀₅	0,06		0,04		0,38		0,11		0,34

Примечание. У – урожайность культур севооборота, П – прибавка урожайности.

получена в варианте поверхностной заделки измельченной побочной продукции с N_{10} кг д.в./т соломы.

Агробиотехнология совместного внесения биопрепаратов с азотными удобрениями также привела к увеличению урожайности зерна озимой пшеницы на 1,7 т/га по сравнению с контролем.

При разложении необработанных растительных остатков биопрепаратами и азотными удобрениями образуются фитотоксичные вещества, негативно влияющие на прорастание семян, тормозящие рост и развитие растений. [10] Отрицательные последствия использования побочной продукции, обусловленные ухудшением питания растений азотом из-за иммобилизации его микроорганизмами, приводят к снижению урожайности. [13] В контрольном варианте (внесение измельченных растительных остатков) количество зерна озимой пшеницы меньше в два раза, чем с азотными удобрениями и опыте с инокулированной биопрепаратами побочной продукцией.

При разложении растительных остатков с участием азотных удобрений и Имуназота с Грибофитом в почве возникли условия их антагонистического взаимодействия, направленного на процесс деструкции растительного материала, что спровоцировало снижение активности почвенных микроорганизмов. [6] Возможно, замедлился процесс высвобождения элементов питания, необходимых для активного роста культуры, что не лучшим образом сказалось на формировании урожая зерна озимой пшеницы.

Несмотря на некоторое отличие влияния азотных удобрений и биопрепаратов на урожайность возделываемых культур, в целом продуктивность зернового севооборота мало отличалась как при раздельном, так и совместном их внесении с измельченной соломой.

При использовании растительных остатков действие азотных удобрений повысило продуктивность зернового севооборота к контролю на 53,6%, биопрепаратам – 8,9%. Вариант совместного внесения азотных удобрений и биопрепаратов на фоне заделки побочной продукции культур незначительно уступал (на 6,3%) варианту с азотными удобрениями, но на 44,6% имел преимущество по отношению к контролю (табл. 1).

Ассоциативные микробные препараты с поверхностной заделкой растительных остатков на 41,0% увеличили продуктивность севооборота по сравнению с контролем, но незначительно уступали вариантам совместного применения азотных удобрений с биопрепаратами и внесением одних азотных удобрений на 0,25 и 0,88 т/га соответственно.

Тесная зависимость формирования урожайности культур и продуктивности зернового севооборота от рассматриваемых факторов (азотные удобрения и биопрепараты) на фоне поверхностной заделки побочной продукции культур подтверждена уравнениями корреляционно-регрессионного анализа (табл. 2).

Самый высокий эффект от внесения минеральных удобрений был отмечен на урожайности гречихи – 93% против действия микробиологических препаратов (7%). Доля вклада биопрепаратов как фактора увеличения урожайности ячменя на 17,0% превышала влияние азотных удобрений (рис. 1).

Таблица 2.
Уравнения связи урожайности и продуктивности зернового севооборота с исследуемыми факторами (азотные удобрения и биопрепараты)

Культура	Уравнение связи	R
Яровой ячмень	$Y, \text{т/га} = 2,33 + 0,40 X_1 + 0,52 X_2 - 0,74 X_1 X_2$	0,89
Гречиха	$Y, \text{т/га} = 1,38 + 0,097 X_1 + 0,61 X_2 - 0,41 X_1 X_2$	0,84
Кормовые бобы	$Y, \text{т/га} = 9,3 + 3,65 X_1 + 4,46 X_2 - 2,13 X_1 X_2$	0,97
Озимая пшеница	$Y, \text{т/га} = 2,15 + 2,19 X_1 + 2,28 X_2 - 2,82 X_1 X_2$	0,95
Продуктивность севооборота, т/га	$Pr. = 6,98 + 2,84 X_1 + 3,73 X_2 - 3,46 X_1 X_2$	0,99

Примечание. X_1 – биопрепараты, X_2 – минеральные удобрения.

Данные дисперсионного анализа показывают, что на варьирование урожайности озимой пшеницы влияние факторов опыта было примерно одинаковым, но преимущество оставалось за азотными удобрениями (37,2%). Совместное их внесение с биопрепаратами уступало на 5,9 и 8,8% соответственно факторам отдельно применяемых биопрепаратов и азотных удобрений. По влиянию на урожайность озимой пшеницы исследуемые факторы располагались в следующем порядке: МУ (37,2%) > БП (34,3%) > БП × МУ (28,4%).

По результатам дисперсионного анализа выявлена высокая доля вклада азотных удобрений в варьирование продуктивности зернового севооборота – 49,7%, действие биопрепаратов значительно (на 20,8%) уступало. Наблюдалось слабое проявление фактора совместного внесения биопрепаратов и азотных удобрений на продуктивность зернового севооборота, где доля их вклада в варьирование данного показателя была ниже в 1,7 и 2,3 раза действия биопрепаратов и азотных удобрений соответственно (рис. 2).

Таким образом, агробиотехнология 1, включающая обработку биопрепаратами (Грибофит и Имуназот) семян, почвы, посевов и почвы с измельченными растительными остатками культур положительно повлияла на формирование урожая культур зернового севооборота: ячмень – 6,3%, гречиха – 6,5, кормовые бобы – 45,5% и озимая пшеница – в два раза, по сравнению с контролем. Агробиотехнология 2 комплексного внесения биопрепаратов и азотных удобрений с побочной продукцией обеспечила максимальную урожайность кормовых бобов – 1,73 т/га. Применение с измельченными растительными остатками азотных удобрений (10 кг д. в. N/т соломы) способствовало увеличению урожая ячменя на 4,3 и 10,0%, гречихи – 20,8 и 37,0%, озимой пшеницы – 6,2 и 8,9%, соответственно по отношению к вариантам с совместным внесением азотных удобрений с биопрепаратами и отдельного использования Грибофита и Имуназота.

На повышение продуктивности севооборота оказали действие азотные удобрения, обеспечив разницу в сборе зерновых единиц по отношению к контролю – на 1,46, с биопрепаратами – 0,79 т/га. Вариант совместного применения азотных удобрений с биопрепаратами по продуктивности севооборота незначительно (на 0,63 т/га) уступал при-

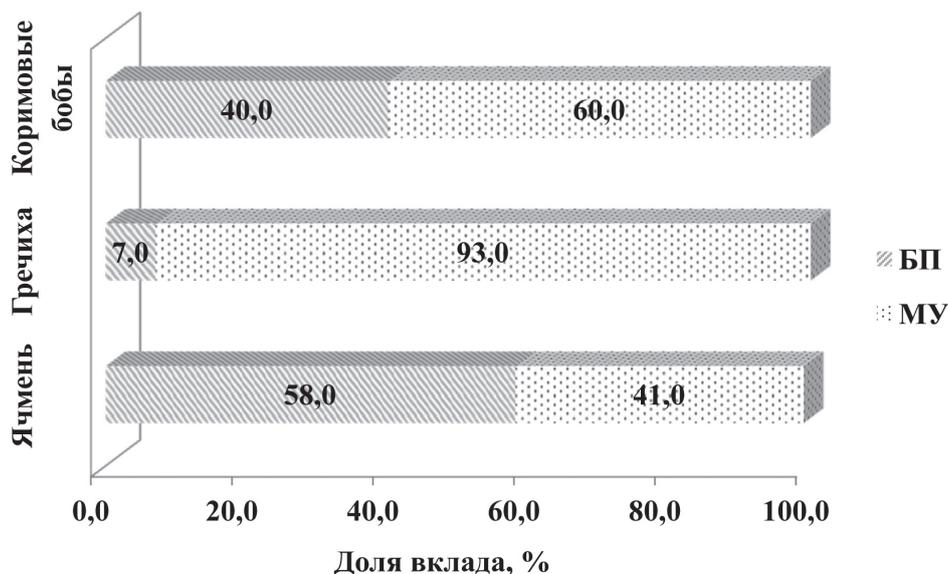


Рис. 1. Доля вклада факторов в варьирование урожайности культур звена зернового севооборота. МУ – минеральные (азотные) удобрения, БП – биопрепараты (Грибофит и Имуназот). То же на рис. 2.

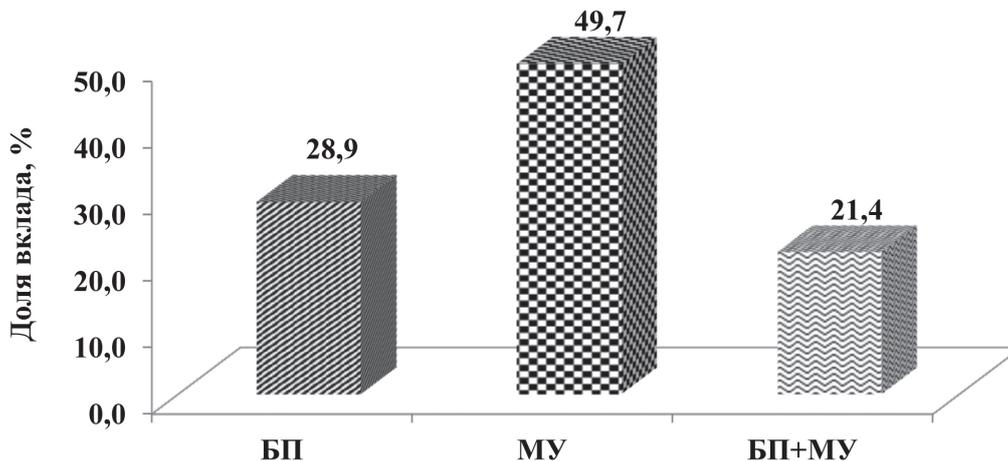


Рис. 2. Доля вклада факторов в варьирование продуктивности зернового севооборота.

ему внесения азотных удобрений с измельченной побочной продукцией.

По влиянию на продуктивность зернового севооборота исследуемые факторы можно расположить в следующем порядке: МУ (49,7%) > БП (Грибофит и Имуназот) (28,9%) > БП × МУ (21,4%).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Безгодова И.Л., Коновалова Н.Ю., Прядильщикова Е.Н., Коновалова С.С. Влияние минерального питания и биопрепаратов при возделывании ячменя и гороха на зерновые цели // *АгроЗооТехника*. 2018. № 1 (1). С. 1–10. doi:10.15838/alt/2018.1.1.3
2. Быковская А.Н., Сидоренко М.Л., Слепцова Н.А. и др. Применение агрономически ценных бактерий для повышения почвенного плодородия и урожайности ярового ячменя *Hordeum vulgare* L. // *Вестник ДВО РАН*. 2020. № 1(209). С. 75–82. doi:10.25808/08697698.2020.209.1.008.
3. Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию. М.: Агропромиздат, 1987. 383 с.
4. Лазарев В.И., Золотарева И.А., Шершнева О.М. Способы применения микробиологических препаратов

Гуапсин и Трихофит на озимой пшенице // *Земледелие*. 2014. № 2. С. 23–24.

5. Пусенкова Л.И., Ильясова Е.Ю., Ласточкина О.В. Изменение видового состава микрофлоры ризосферы и филлосферы сахарной свеклы под влиянием биопрепаратов на основе эндофитных бактерий и их метаболитов // *Почвоведение*. 2016. № 10. С. 1205–1213.
6. Чуян Н.А., Брескина Г.М., Кузнецов А.В. Изменение биологической активности чернозема типичного от действия биопрепаратов и минеральных удобрений // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2021. № 1(379). С. 12–16. doi: 10.24412/2587-6740-2021-1-12-16.
7. Чуян Н.А., Брескина Г.М., Панкова Т.И. Действие биопрепаратов на рост и развитие сельскохозяйственных культур // *Земледелие*. 2021. № 3. С. 27–30. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10306.
8. Arshad U., Sarfraz M., Sadig M. et al. Effects of pre-sowing seed treatments with micronutrients on growth parameters of Raya // *Asian Journal of Plant Sciences*. 2012. № 1 (1). P. 22-23.
9. Byung-Chul Kim., Nam Kyonghile, Choi Yongju Effect of pretreatment solutions and anaerobis digestion of ligno-

- cellulosic biomass in rice straw // *Biochemical Engineering Journal* volume. 2018. № 1 (40). P. 108–114.
10. Bonanomi G., Antignani, V., Barile E. et al. Decomposition of *Medicago sativa* residues affects phytotoxicity, fungal growth and soil-borne pathogen diseases // *Journal of Plant Pathology*. 2011. № 93 (1). P. 57–69.
 11. Omar de Kok-Mercado. Microbial decomposition of corn residue in two Iowa Mollisols / *Graduate Theses and Dissertations*, 2015. 114 p. Электронный ресурс: <https://docviewer.yandex.ru> Дата обращения: 29.01.2021.
 12. Rosmana A., Sakraban I., Sjam R. Plant residue based-composts applied in combination with trichoderma as perelium improve cacao seedling growth in soil derived from nickel mine // *Jornal of Animaland Plant Science*. 2019. № 29 (1). P. 291–298.
 13. Rusakova I.V. Microbiological and ecophysiological parameters of sod podzolic soil upon long-term application of straw and mineral fertilizers, the correlation with the yield // *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya*. 2020. № 55(1). S. 153–162. doi:10.15389/agrobiology.2020.1.153 rus.
 14. Tenelli S., de Oliveira Bordonal R., Barbosa L.C., Carvalho J.L. Can reduced tillage sustain sugarcane yield and soil carbon if straw is removed? // *Bioenergy Research*. 2019. № 12 (4). P. 764–777.
 15. Tsvei, Ya.P., Prysiazhniuk O.I., Horash O.S. et al. Effect of crop rotation and fertilization of sugar beet on the formation of maximum bioethanol yield // *Plant Archives*. 2020. № 20. P. 268–274.
 5. Pusenkova L.I., Il'yasova E.Yu., Lastochkina O.V. Izmenenie vidovogo sostava mikroflory rizosfery i fillosfery sahamoj svekly pod vliyaniem biopreparatov na osnove endofitnyh bakterij i ih metabolitov // *Pochvovedenie*. 2016. № 10. S. 1205–1213.
 6. Chuyan N.A., Breskina G.M., Kuznecov A.V. Izmenenie biologicheskoy aktivnosti chernozema tipichnogo ot dejstviya biopreparatov i mineral'nyh udobrenij // *Mezhdunarodnyj sel'skokhozyajstvennyj zhurnal*. 2021. № 1(379). S. 12–16. doi: 10.24412/2587-6740-2021-1-12-16.
 7. Chuyan N.A., Breskina. G.M., Pankova T.I. Dejstvie biopreparatov na rost i razvitie sel'skokhozyajstvennyh kul'tur // *Zemledelie*. 2021. № 3. S. 27–30. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10306.
 8. Arshad U., Sarfraz M., Sadig M. et al. Effects of pre-sowing seed treatments with micronutrients on growth parameters of Raya // *Asian Journal of Plant Sciences*. 2012. № 1 (1). P. 22–23.
 9. Byung-Chul Kim., Nam Kyonghile, Choi Yongju Effect of pretreatment solutions and anaerobis digestion of ligno-cellulosic biomass in rice straw // *Biochemical Engineering Journal* volume. 2018. № 1 (40). P. 108–114.
 10. Bonanomi G., Antignani, V., Barile E. et al. Decomposition of *Medicago sativa* residues affects phytotoxicity, fungal growth and soil-borne pathogen diseases // *Journal of Plant Pathology*. 2011. № 93 (1). P. 57–69.
 11. Omar de Kok-Mercado. Microbial decomposition of corn residue in two Iowa Mollisols / *Graduate Theses and Dissertations*, 2015. 114 p. Elektronnyj resurs: <https://docviewer.yandex.ru> Data obrashcheniya: 29.01.2021.
 12. Rosmana A., Sakraban I., Sjam R. Plant residue based-composts applied in combination with trichoderma as perelium improve cacao seedling growth in soil derived from nickel mine // *Jornal of Animaland Plant Science*. 2019. № 29 (1). P. 291–298.
 13. Rusakova I.V. Microbiological and ecophysiological parameters of sod podzolic soil upon long-term application of straw and mineral fertilizers, the correlation with the yield // *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya*. 2020. № 55(1). S. 153–162. doi:10.15389/agrobiology.2020.1.153 rus.
 14. Tenelli S., de Oliveira Bordonal R., Barbosa L.C., Carvalho J.L. Can reduced tillage sustain sugarcane yield and soil carbon if straw is removed? // *Bioenergy Research*. 2019. № 12 (4). P. 764–777.
 15. Tsvei, Ya.P., Prysiazhniuk O.I., Horash O.S. et al. Effect of crop rotation and fertilization of sugar beet on the formation of maximum bioethanol yield // *Plant Archives*. 2020. № 20. P. 268–274.

REFERENCES

1. Bezgodova I.L., Konovalova N.Yu., Pryadil'shchikova E.N., Konovalova S.S. Vliyanie mineral'nogo pitaniya i biopreparatov pri vozdeleyvanii yachmenya i goroha na zernovye celi // *AgroZooTehnika*. 2018. № 1 (1). S. 1–10. doi:10.15838/alt/2018.1.1.3
2. Bykovskaya A.N., Sidorenko M.L., Slepцова N.A. i dr. Primenenie agronomicheskikh bakterij dlya povysheniya pochvennogo plodorodiya i urozhajnosti yarovogo yachmenya *Hordeum vulgare* L. // *Vestnik DVO RAN*. 2020. № 1(209). S. 75–82. doi:10.25808/08697698.2020.209.1.008.
3. Dospekhov B.A., Vasil'ev I.P., Tulikov A.M. *Praktikum po zemledeliju*. M.: Agropromizdat, 1987. 383 s.
4. Lazarev V.I., Zolotareva I.A., Shershneva O.M. Sposoby primeneniya mikrobiologicheskikh preparatov Guapsin i Trihofit na ozimoy pshenice // *Zemledelie*. 2014. № 2. S. 23–24.