

## Безотвальная разноглубинная обработка – основа плодородия почвы и ресурсосбережения в сельскохозяйственном производстве

**А. А. Аутко**<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук,

**Н. И. Таранда**<sup>1</sup>, кандидат биологических наук,

**А. В. Сычевник**<sup>1</sup>, старший преподаватель кафедры организации производства в АПК,

**Д. И. Комар**<sup>2</sup>, главный агроном,

**И. Ф. Кимошевский**<sup>2</sup>, начальник производства растениеводческой продукции

<sup>1</sup>УО «Гродненский государственный аграрный университет»

<sup>2</sup>ОАО «Василишки»

(Дата поступления статьи в редакцию 31.10.2023)

Исследованиями установлено, что при безотвальной разноглубинной обработке почвы развитие корневой системы и надземной части растений в осенний период было выше в 3,5 и 1,7 раза, чем при возделывании после вспашки. Установлена эффективность безотвальной разноглубинной обработки почвы с внесением удобрения Экогум Био в дозе 4,0 л/га, где микробиологическая активность почвы возросла в 1,8–2,1 раза по сравнению со вспашкой, а урожайность ржи озимой составила 61,0–62,2 ц/га или возросла на 18,4–18,9%. Расход топлива уменьшился на 9 л/га, а производственные затраты снизились на 40,8%. Это позволяет увеличить экономическую эффективность производства и способствует сохранению плодородия почвы.

*The research established that in case of using non-moldboard, multi-depth tillage, the development of the root system and above-ground parts of plants in the autumn period was 3.5 and 1.7 times higher than when cultivating after plowing. The effectiveness of non-moldboard, multi-depth tillage with the application of Ecogum Bio fertilizer at a dose of 4.0 l/ha was identified. In that case the microbiological activity of soil increased by 1.8–2.1 times compared to plowing, and the yield of winter rye was 61.0–62.2 dt/ha or increased by 18.4–18.9%. Also fuel consumption decreased by 9 l/ha, and production costs reduced by 40.8%. This will make it possible to increase the economic efficiency of production and preserve soil fertility.*

### Введение

Применение технологий возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Беларуси сопровождается интенсивным ежегодным рыхлением почвы в виде вспашки. В условиях интенсификации земледелия обработку почвы следует рассматривать основным фактором, оказывающим влияние на плодородие почвы и продуктивность возделываемых культур, себестоимость производимой продукции. Эксплуатационные затраты на обработку почвы составляют 12–15 % в зависимости от возделываемых культур. Традиционная вспашка в республике применяется в большинстве хозяйств, она же требует и больших затрат на топливо.

На основании многих исследований установлено, что проведение вспашки приводит к образованию плужной подошвы, препятствующей проникновению воздуха, влаги и элементов питания в подпахотный горизонт, что ограничивает рост и развитие корневой системы растений. При вспашке ликвидируются все каналы в почве, созданные дождевыми червями, другими обитателями почвы и корневой системой. Разрыхление почвы способствует интенсивной минерализации органического вещества в ней, в результате чего образуется углекислый газ, который, поступая в атмосферу, создает парниковый эффект. Происходит перемещение аэробных бактерий в глубину пахотного слоя, а анаэробных в верхний слой почвы, что нарушает целостность микробиоценоза и жизнедеятельность почвенной микрофлоры, развивается ветровая и водная эрозия.

Рассматривая вопрос плодородия почвы и влияние на нее способов обработки уместно обратить внимание на заключение одного из ведущих ученых Т. С. Мальцева «ежегодная вспашка с перемещением почвенных горизонтов является главной причиной снижения ее плодородия и установленного порядка в природе». Еще в 1899 г. польский ученый И. Е. Есинский издал книгу «Новая система земледелия» [1], в которой указывал на негативные последствия вспашки и рекомендовал бесплужную поверхностную обработку почвы, в 1921 г. немецкий фермер Франц Ахенбах издал книгу «Земледелие без оборота пласта – обеспеченный доход от урожая или обеспеченный урожай». В 1943 г. в США Э. Фолкнер опубликовал книгу «Безумие пахаря», где пришел к выводу, что нужно полностью отказаться от глубокой обработки почвы плугом. История помнит об опыте освоения целинных земель, где проводилась их массовая распашка, в результате которой ветровая эрозия почвы достигла огромных размеров. Впоследствии в 1975 г. академиком А. И. Бараевым с сотрудниками была разработана плоскорезная система обработки почвы [2]. В следующем году в Германии вышла книга Г. Канта под названием «Земледелие без плуга» [3]. В Беларуси много внимания обработке почвы было уделено такими учеными как Г. В. Симченков, Н. Г. Бачило, Л. А. Булавин, Н. П. Вострухин [4, 5, 6, 7]. В 2011 г. вышла монография белорусских ученых В. П. Валько и А. В. Щур «Особенности биотехнологического земледелия», где авторы отразили результаты экспериментальных исследований по вопросам обработки и проблемам воспроизводства плодородия по-

чвы. Дано теоретическое обоснование обработки почвы и негативного воздействия вспашки на естественное воспроизводство плодородия почвы [8]. Интенсивность обработки почвы способствует появлению ветровой и водной эрозии, а переуплотнение подпахотного горизонта приводит к ухудшению условий развития корневой системы и в целом возделываемых культур [9].

Актуальным вопросом остается сохранение и повышение плодородия почвы при снижении материальных и трудовых затрат. Одним из путей является совершенствование обработки почвы, которая обеспечит функционирование ее как живой системы с поддержанием жизнедеятельности растений и почвенных микроорганизмов. Поэтому во многих странах широко ведутся исследования по разработке способов обработки почвы, направленные на минимизацию рыхления [10].

Европа, Австралия, Северная и Южная Америка на ресурсосберегающее земледелие стали переходить еще в семидесятых годах прошлого века. В Канаде в настоящее время не распаивают ни один гектар, плуг не используется и на 90 процентах посевных площадей в США [11].

В этой связи в Гродненском государственном аграрном университете проводились исследования по изучению влияния безотвальной разноглубинной обработки почвы при совместном внесении удобрения Экогум Био на микробиологическую активность почвы и продуктивность озимой ржи.

### Методика проведения исследований

Полевые опыты проводили в производственных условиях на полях ОАО «Василишки» Щучинского района в 2020–2022 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая, супесчаная, подстилаемая с глубины 0,3 м песками. Агрохимическая характери-

ка опытного участка: рН – 4,97, гумус – 1,4 %,  $P_2O_5$  – 247 мг/кг,  $K_2O$  – 204 мг/кг.

Предшественник – рапс озимый. В опыте возделывали рожь озимую, гибрид Пикассо, норма высева 2,2 млн шт. всхожих семян на 1 га. Посев ржи озимой проводился сеялкой Horsch-8 в агрегате с трактором Fendt-936 в конце первой декады сентября. Агротехника возделывания ржи озимой – общепринятая для ОАО «Василишки».

Удобрение Экогум Био вносили в дозах 2, 4, 6 л/га перед лущением стерни. Рыхление почвы проводили: вспашку плугом ППО-8-40 на глубину 20 см, дискование Дископак-6 на глубину 10–12 см, безотвальное разноглубинное рыхление почвы агрегатами АПМ-6 и КПГ-4,6 на глубину 27 см. Наиболее эффективной была доза Экогум Био 4,0 л/га.

Для микробиологических исследований почву отбирали с горизонта 0–20 см в течение вегетации три раза, готовили разведения 1:10, 1:100, 1:1000 и 1:10000. Посев на питательные среды проводили по 0,05 мл поверхностно: на среду Сабуро из 2-го разведения, на МПА и КАА – из 4-го.

Уборку ржи озимой проводили с помощью комбайна «Samro».

### Результаты исследования и их обсуждение

В исследованиях, проведенных ранее, изучено влияние безотвальной разноглубинной обработки почвы и вспашки на рост и развитие корневой системы пшеницы озимой в осенний период. Предпосевная обработка почвы включала измельчение растительной массы пожнивных остатков и всходов падалицы рапса, их заделки в слой почвы 10–12 см при одновременном рыхлении почвы на глубину 25–27 см с последующим прикатыванием (рисунок 1).



Рисунок 1 – Безотвальная разноглубинная обработка почвы агрегатом АПМ-6 (ПООО «Техмаш») по всходам падалицы рапса озимого

На рисунке 2 представлены растения, выросшие осенью через 55 дней после посева. В результате было установлено, что корневая система пшеницы озимой, возделываемой после безотвальной раз-

ноглубинной обработки почвы, по массе возросла с 0,08 до 0,28 г, а масса надземной части с 0,56 до 0,96 г в сравнении с возделыванием пшеницы после вспашки.

При безотвальной разноглубинной обработке почвы численность бактерий аммонификаторов на МПА возрастает на 28 %, актиномицетов почти на 35,6 % и бактерий, использующих аммиачную форму азота, – на 74 %. Численность плесневых грибов при безотвальной разноглубинной обработке увеличилась в 3,4 раза. Такая активность микрофлоры объясняется тем, что зеленая масса рапса при такой обработке была заделана в верхний слой 0–12 см, где происходило быстрое ее разложение. На участке с обработкой путем вспашки эта растительная масса была заделана в нижележащие слои почвы и в верхнем слое условия питания для корневой системы были хуже.

В 2020–2022 гг. проведены исследования влияния способов предпосевной обработки почвы и внесения Экогум Био на микробиологическую активность почвы и урожайность ржи озимой. От обработки почвы в значительной степени зависит развитие почвенной микрофлоры, которая может служить интегральным



Рисунок 2 – Влияние способа основной обработки почвы на развитие растений пшеницы озимой в осенний период; слева растения пшеницы с не отмытой корневой системой и отмытой в центре (безотвальная разноглубинная обработка), справа – растения пшеницы озимой, возделываемой по вспашке

показателем ее плодородия или отрицательного воздействия на почву различных антропогенных воздействий. На рисунке 3 представлена численность в почве при возделывании ржи озимой бактерий аммонификаторов.

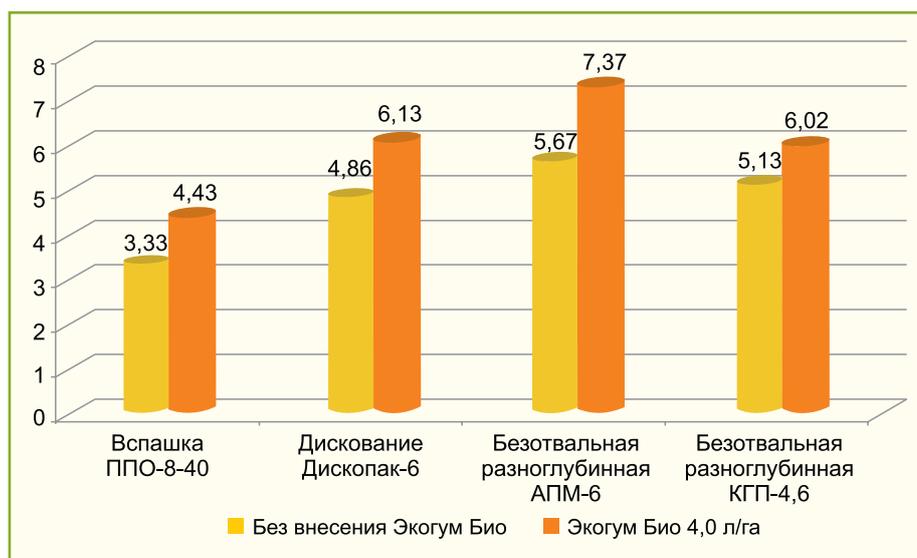


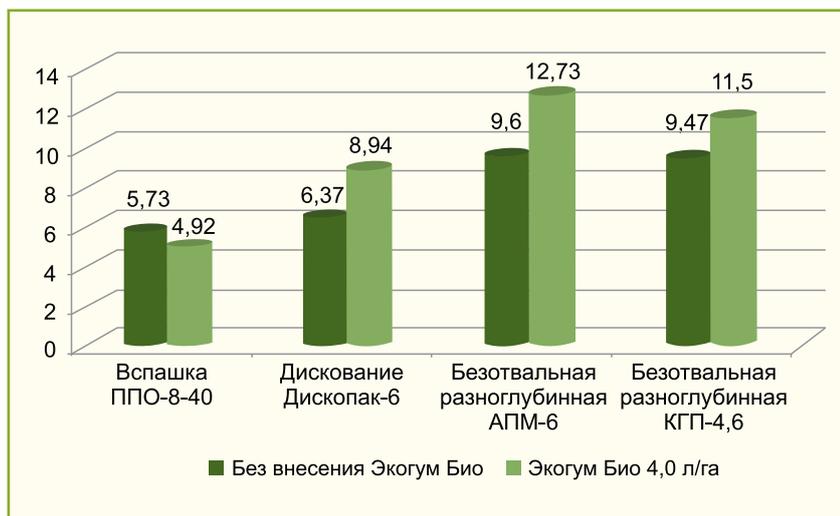
Рисунок 3 – Влияние способов обработки почвы и Экогум Био 4,0 л/га на содержание в ней бактерий аммонификаторов, млн/г почвы (среднее за 2021–2022 гг.)

Представленные на рисунке 3 данные показывают, что при безотвальной разноглубинной обработке почвы агрегатами АПМ-6 и КПП-4,6 происходит увеличение численности в почве бактерий аммонификаторов в сравнении со вспашкой на 70 и 54 % соответственно. Внесение в почву в предпосевной период почвенного биопрепарата Экогум Био в дозе 4 л/га способствовало активизации развития этих бактерий при всех способах обработки почвы. На фоне вспашки их численность возросла на 33 %, достигнув 4,43 млн/г почвы, при дисковании почвы на глубину 10–12 см этот показатель возрос до 6,13 млн/г, а при проведении безотвальной разноглубинной обработки почвы агрега-

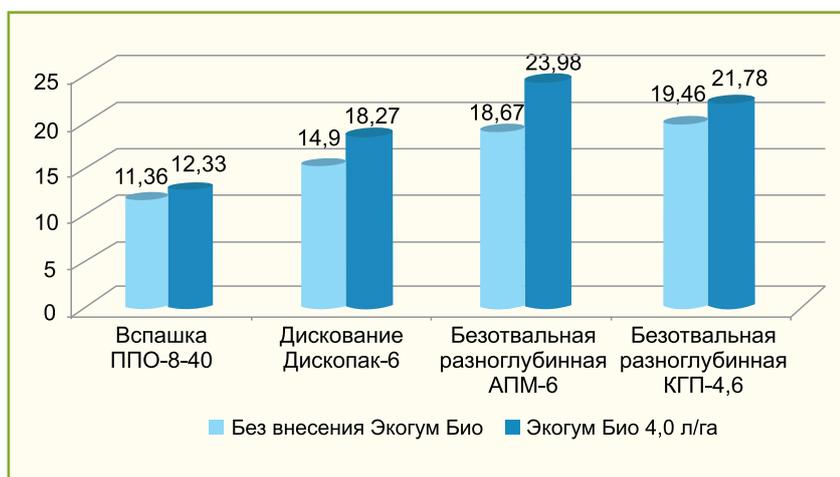
том АПМ-6 численность бактерий достигла 7,37 млн/г почвы, или оказалась выше, чем при вспашке почти в 1,7 раза.

Актиномицеты выделяют антибиотические вещества, которые защищают растения от бактериальных и грибных инфекций. В то же время они способны расщеплять сложные вещества, не поддающиеся расщеплению аэробными бактериями. При проведении вспашки содержание актиномицетов находилось на уровне 2,3 млн/г, при дисковании их численность увеличилась на 60 %, при безотвальной разноглубинной обработке на 48–112 %.

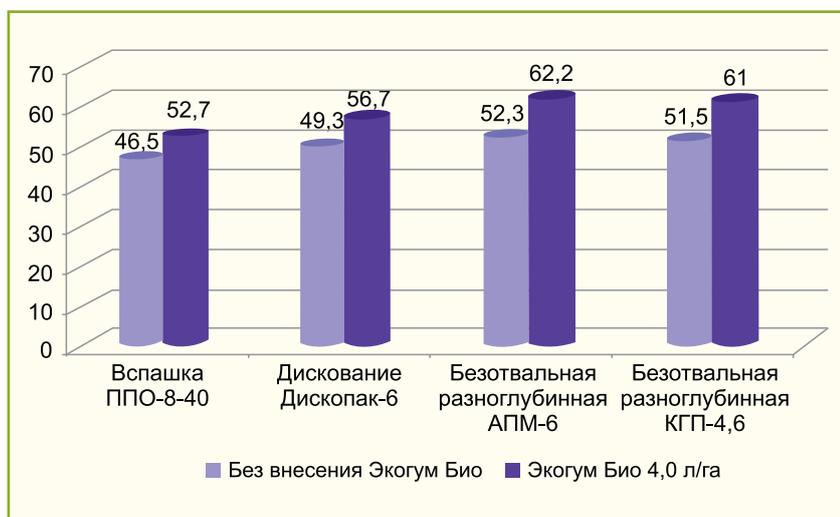
При посеве почвы на КАА вместе с актиномицетами растут бактерии, усваивающие минеральную фор-



**Рисунок 4 – Влияние способов обработки почвы и Экогум Био 4,0 л/га на содержание бактерий, усваивающих минеральный азот, млн/г почвы (среднее за 2021–2022 гг.)**



**Рисунок 5 – Влияние способов обработки и Экогум Био 4,0 л/га на биогенность почвы, млн/г почвы (среднее за 2021–2022 гг.)**



**Рисунок 6 – Влияние способов обработки почвы и внесения 4 л/га Экогум Био на урожайность озимой ржи, ц/га (среднее за 2021–2022 гг.)**

му азота, численность которых в почве вариантов представлена на рисунке 4.

На содержание в почве бактерий, усваивающих минеральную форму азота, оказывали влияние как способы обработки почвы, так и внесение 4 л/га Экогум Био. При безотвальном разноглубинном способе обработки данная группа микроорганизмов увеличивается на 65–68 % по сравнению со вспашкой. Эффективным оказалось внесение Экогум Био в дозе 4,0 л/га. В сравнении со вспашкой численность этих бактерий увеличилась в 2,3–2,6 раза.

На основании полученных данных по численности бактерий аммонификаторов, актиномицетов, бактерий, усваивающих минеральный азот и плесневых грибов, была рассчитана биогенность почвы (рисунок 5).

Биогенность почвы при проведении безотвальной разноглубинной обработки почвы возросла в 1,6–1,7 раза, а при внесении в почву Экогум Био – в 1,8–2 раза. Возможно, при проведении вспашки пожнивные остатки и масса молодой поросли рапса были заделаны в нижележащий слой пахотного горизонта вместе с аэробной микрофлорой, которая оказалась в неблагоприятных условиях. При безотвальном разноглубинном способе обработки почвы растительные остатки и зеленая масса растений падалицы рапса были заделаны в верхний слой пахотного горизонта, где не нарушался сложившийся микробиоценоз почвы, что, возможно, явилось причиной повышения общей ее биогенности и развития мощной корневой системы растений.

Результаты влияния способов обработки почвы на урожайность ржи озимой представлены на рисунке 6.

Продуктивность растений ржи озимой при традиционной технологии возделывания составила 46,5 ц/га. Проведение в предпосевной период дискования на глубину 10–12 см обеспечило повышение урожайности возделываемой культуры на 2,8 ц/га.

Осуществление рыхления почвы агрегатами почвообрабатывающими АПМ-6 и КГП-4,6, которые осуществляли безотвальную разноглубинную обработку почвы, способствовало росту урожайности ржи озимой соответственно до 52,3–51,5 ц/га или на 12,4–10,8 %.

При внесении Экогум Био в предпосевной период на фоне вспашки плугом ППО-8-40 урожайность составила 52,7 ц/га или повысилась на 13,3 %.

При проведении предпосевного дискования почвы и внесения Экогум Био урожайность составила 56,7 ц/га или увеличилась 7,4 ц/га. Значительное увеличение продуктивности растений отмечено при применении безотвальной разноглубинной обработки почвы агрегатами АПМ-6 и КГП-4,6 в сочетании с Экогум Био, где урожайность соответственно составила 62,2–61,0 ц/га. При использовании безотвальной разноглубинной обработки в сочетании с Экогум Био в дозе 4,0 л/га урожайность ржи озимой увеличилась на 9,9–9,5 ц/га, или на 18,9–18,4 %.

В последние годы безотвальная разноглубинная обработка почвы широко применяется в ОАО «Ва-

силишки» Щучинского района. Для обработки почвы использовались агрегаты почвообрабатывающие многофункциональные АПМ-6 (производство ПООО «Техмаш») и КГП-4,6 (производство «Амкодор»).

Результаты расчетов экономической эффективности свидетельствуют о том, что при применении безотвальной разноглубинной обработки почвы значительно снижаются производственные затраты. Это связано с тем, что сокращается количество операций и вместо вспашки и уплотнения почвы выполняется только одна. Прямые производственные затраты включают затраты на оплату труда, ГСМ, амортизацию и прочие затраты (таблица 1).

**Таблица 1 – Прямые производственные затраты на выполнение технологических операций при различных способах обработки почвы, руб./га**

Способ обработки почвы	Вид затрат					
	оплата труда	ГСМ		амортизация	прочие	всего
		л/га	руб./га			
Безотвальная разноглубинная обработка почвы	5,18	14,5	32,34	13,71	9,22	60,44
Традиционная технология обработки почвы (вспашка)	10,11	24,7	55,09	14,41	14,33	93,93
Снижение производственных затрат:						
руб.	4,93	10,2	22,75	0,7	5,11	33,49
%	48,8	41,3	41,3	4,9	35,7	35,7

Как видно из данных таблицы 1, затраты на оплату труда снижаются с 10,11 руб./га до 5,18 руб./га, что составляет 48,8 % по отношению к затратам при традиционной технологии обработки почвы, на 41,3 % снижается расход топлива. При применении безотвальной разноглубинной обработки в общей сложности экономия составляет 33,49 руб./га или 35,7 % по отношению к традиционной технологии обработки почвы.

Как известно, экономическая эффективность производства напрямую зависит от уровня производственных затрат: при том же уровне цен и урожайности можно получить большую прибыль. Таким образом, снижение прямых производственных затрат на обработку почвы по технологии безотвальной разноглубинной обработки почвы без оборота пласта позволит увеличить экономическую эффективность производства.

### Выводы

1. Безотвальная разноглубинная обработка почвы оказывала влияние на развитие корневой системы растений, обеспечив через 55 дней массу корней одного растения 0,28 г, а листьев 0,96 г, в то время как эти показатели у растений, выращенных после вспашки, были 0,08 и 0,56 г.

2. При вспашке биогенность почвы была 11,36 млн/г почвы, а при безотвальной разноглубинной обработке почвы – 18,67 и 19,46 млн/г, или возросла в 1,6–1,7 раза.

3. При совместном применении разных способов обработки почвы с внесением удобрения Экогум Био биогенность почвы возрастала. Так, на фоне вспашки биогенность увеличивалась с 11,36 до 12,33 млн/г, при безотвальной разноглубинной обработке этот показатель достигал 23,98 и 21,78 млн/г почвы.

4. При возделывании ржи озимой после вспашки получена урожайность 46,5 ц/га, а при возделывании ржи

после безотвальной разноглубинной обработки почвы урожайность возросла на 5,0–5,8 ц/га, или на 11–13 %. При внесении Экогум Био в дозе 4,0 л/га получена максимальная урожайность, которая составила 61,0–62,2 ц/га, или на 18,9–18,4 % была выше.

5. Применение безотвальной разноглубинной обработки почвы способствует снижению затрат на оплату труда, ГСМ, амортизацию и прочие затраты на 35,7 %. В последние годы безотвальная разноглубинная обработка почвы широко применяется в ОАО «Василишки» Щучинского района, что с учетом влияния всех других агроприемов позволило повысить урожайность зерновых и зернобобовых культур.

### Литература

- Owsiński, Jan / Nowy system rolnictwa / Warszawa: Wydawnictwo Redakcyi "Rolnika I Hodowcy". – 1899. – 119 s.
- Бараев, А. И. Почвозащитное земледелие / А. И. Бараев. – М.: Колос, 1975. – 304 с.
- Кант, Г. Земледелие без плуга: Предпосылки, способы и границы прямого посева при возделывании зерновых культур / Пер. с нем. Е. И. Кошкина; под ред. и с предисл. А. И. Жолобова, А. И. Пупонина. – М.: Колос, 1980. – 158 с.
- Симченков, Г. В. Влияние систем обработки почвы на засоренность посевов и продуктивность севооборотов / Г. В. Симченков, Н. Г. Бачило, Д. Г. Симченков // Актуальные проблемы борьбы с сорной растительностью в современном земледелии и пути их решения: матер.межд. науч.-практ. конф. – Жодино, 1999. – Том 1. – С. 86–93.
- Бачило, Н. Г. Энергоресурсоэкономная и влагосберегающая система обработки почвы в севообороте. – Земляробства і ахова раслін. – № 5. – 2004. – С. 12–13.
- Булавин, Л. А. Проблемы минимизации обработки почвы и перспективы их решения в Беларуси / Л. А. Булавин // Земледелие и селекция в Беларуси: сборник научных трудов; редкол.: М. А. Кадыров (гл. ред.) [и др.]; Институт земледелия и селекции НАН Беларуси. – Минск, 2004. – Вып.40. – С.6–19.
- Вострухин, Н. П. Безотвальная обработка почвы в севообороте / Н. П. Вострухин [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2013. – 102 с.
- Валько, В. П. Особенности биотехнологического земледелия / В. П. Валько, А. В. Щур. – Минск: БГАТУ, 2011. – 196 с.

9. Агроэкономические основы ресурсосберегающего и природоохранного земледелия в Беларуси / Л. А. Булавин, А. П. Гвоздов, А. Ч. Скируха. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 216 с.
10. Бондарев, В. М. Преимущества безотвальной системы обработки почвы / В. М. Бондарев, В. Г. Ковалев // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства:

материалы международной научной конференции студентов и магистрантов / редкол.: В. Г. Гусаров (гл. редактор) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 54–56.

11. Сафиулин, М. В. «Новая система земледелия» Ивана Овсинского / М. В. Сафиулин // Ресурсосберегающее земледелие. – 2009. № 3 (4). – С. 60–62.

УДК 631.17:633.13:631.57(476)

## Принципы интенсификации технологии возделывания овса для производства зерна в Беларуси

**А. Г. Власов, С. П. Халецкий**, кандидаты с.-х. наук,  
**Т. М. Булавина**, доктор с.-х. наук

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Дата поступления статьи в редакцию 20.09.2023)

*В статье представлены результаты многолетних исследований, показывающих значимость основных агроприемов технологии производства зерна овса в почвенно-климатических условиях Беларуси. Установлено, что основные прибавки или потери урожайности зерна приходятся на срок сева, уровень азотного питания растений и химическую защиту посевов от сорняков. Для получения наибольшей урожайности наряду с указанными выше агроприемами необходимо использовать для посева современные высокопродуктивные сорта, применять весь комплекс химической защиты от вредных организмов, а также использовать микроудобрения и регуляторы роста растений.*

*The paper presents the results of the research conducted for many years, which indicate the importance of the main agricultural techniques of oat grain production under soil and climate conditions of Belarus. It's established that the main yield increases or losses occur at the time of sowing, the level of nitrogen nutrition of plants and chemical protection of crops from weeds. To obtain the highest yield, along with the above agricultural techniques, it is necessary to use modern highly productive varieties, apply the entire complex of chemical protection against harmful organisms as well as to use microfertilizers and plant growth regulators.*

### Введение

Большое внимание в агропромышленном комплексе Беларуси уделяется возделыванию овса, который является важной кормовой и продовольственной культурой, а также считается допустимым предшественником для других зерновых. В этой связи получение высокой и стабильной урожайности овса имеет важное значение.

В сложившихся экономических условиях несомненный интерес представляют ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур. При недостатке средств важно использовать их, прежде всего, на проведение тех агроприемов которые являются наиболее значимыми в формировании и сохранении урожайности. Поэтому необходима оценка влияния основных элементов технологии возделывания овса на его урожайность, что позволит сосредоточить внимание специалистов на тех агроприемах, без проведения которых будет невозможно в максимальной степени реализовать потенциал этой культуры.

Обеспечение реализации потенциала продуктивности культурных растений в агроценозе – задача каждой технологии возделывания, эффективность которой определяет уровень ее интенсивности, т.е. максимально возможную урожайность. Комплекс мероприятий, составляющих основу технологии, должен быть направлен на повышение адаптационных способностей растений к складывающимся условиям внешней среды. При этом необходимо подбирать для возделывания такие сорта, которые в наибольшей степени соответствуют имеющимся почвенно-климатиче-

ским условиям и обладают устойчивостью к комплексу биотических и абиотических факторов.

### Материал и методика исследований

Представлены результаты многолетних исследований (2004–2022 гг.), которые проводили в различных почвенно-климатических условиях: Минская область (дерново-подзолистая легкосуглинистая и супесчаная), Витебская область (дерново-подзолистая легкосуглинистая), Гомельская область (дерново-подзолистая супесчаная). Технология возделывания овса за исключением изучаемых агроприемов осуществлялась в соответствии с отраслевым регламентом возделывания этой культуры.

### Результаты исследования и их обсуждение

Значимость используемых элементов технологии возделывания определяется величиной возможной прибавки или количеством сохраненной урожайности. Для объективной оценки влияния отдельных агроприемов на урожайность зерна овса проведено обобщение результатов представленных выше исследований. Все агроприемы условно разделены на две группы. В первую из них включены приемы, обеспечивающие реализацию потенциала продуктивности растений в посевах, а во вторую – способствующие снижению редукции структурных компонентов урожайности от воздействия негативных факторов в процессе его формирования (таблица).