

ЗЭ-Агро флора — полифункциональное микробиологическое удобрение нового типа



Введение

Микробиологические препараты для растениеводства в широком ассортименте позиционируются как на отечественном, так и зарубежных рынках, в том числе и на основных маркетплейсах. В основном это препараты узконаправленного действия. За редким исключением они представлены одним штаммом микроорганизмов, используемым в качестве средства либо биозащиты растений, либо стимуляции роста, либо улучшения почвы.

Широким спектром действия обладают так называемые полифункциональные микробиологические препараты. Они представлены группой микробиологических препаратов для растениеводства (PGPM — plant growth promoting microorganisms). Однако их внедрение в

широкую практику сталкивается с проблемой нестабильности полевой эффективности, обусловленной низкой выживаемостью интродуцированных штаммов и недостаточной выработкой биоактивных метаболитов в реальных условиях [Le Mire et al., 2016]. Наибольшее распространение в мире получила другая группа полифункциональных микробиологических препаратов на основе технологии «эффективные микроорганизмы» (EM). Однако их действие часто противоречиво и, по данным независимых исследований в зоне умеренного климата, связано преимущественно с субстратом-носителем, а не с микроорганизмами [Mayer et al., 2010; Schenck zu Schweinsberg-Mickan and Müller, 2009].

Таким образом, существует проблема стабильности полифункциональных микробиологических удобрений для органического земледелия, которая пока что не решена на существующих группах таких удобрений.

В этой связи нами было разработано полифункциональное микробиологическое удобрение — **ЗОЭ Агро флора**. Оно представляет собой принципиально иную технологическую платформу, позволяющую преодолеть указанные ограничения. Это первый серийно выпускаемый многовидовой лакто(акциномицето) бактериальный препарат в форме трёхкомпонентного ферментата: живые бактерии (почвенные пробиотики) + накопленный разнообразный пул метаболитов + функциональная питательная среда с пролонгированным действием. Это удобрение предназначено для одновременного комплексного оздоровления агроэкосистемы почвы и растений.

Благодаря особым свойствам и поликомпонентному составу ЗОЭ Агро Флора обеспечивает пролонгированные эффекты и работает одновременно как для почвы, так и для растений. Ниже мы подробно охарактеризуем особенности этого удобрения и его применения на практике, а также рассмотрим аналитически доказанный и многократно подтвержденный механизм действия его основных компонентов удобрения.

1. Отличительные признаки препарата ЗОЭ-Агро флора

1.1. Форма выпуска — ферментат растительного сырья с накопленными метаболитами

Препарат получают методом глубинной ферментации в биореакторе с последующим длительным дозреванием (5–7 недель) [патенты RU2790676C1, EP4403044]. В результате в питательной среде (гидролизат зернового сырья) накапливается комплекс биоактивных метаболитов (метабиотиков): органические кислоты, бактериоцины, гидролитические ферменты, витамины, фитогормоны [Kumariya et al., 2019; Todorov et al., 2012].

1.2. Трехкомпонентная структура продукта

В отличие от существующих препаратов, ЗОЭ-Агро флора содержит три функциональных компонента, работающих синергично:

1.2.1. Живые пробиотические бактерии — почвенные пробиотики (SBP)

В составе препарата — многовидовой лакто(акциномицето)бактериальный консорциум: молочнокислых бактерий, бифидобактерий и пропионовокислых бактерий.

Как отмечено в ряде исследований [Rossi et al., 2025; Leong et al., 2024], многие виды лактобактерий, бифидобактерий и пропионовокислых бактерий относятся к **почвенным пробиотикам (Soil-Based Probiotics, SBP)** — естественным обитателям почвы, которые способны значительно повышать ее плодородие и улучшать состояние растений, подобно тому, как пробиотики положительно влияют на здоровье людей и животных.

1.2.2. Комплекс метабиотиков (биоактивных метаболитов)

Органические кислоты, бактериоцины, ферменты, витамины, фитогормоны, накопленные в процессе ферментации и обеспечивающие немедленный эффект при внесении [Deegan et al., 2006; Kumariya et al., 2019].

1.2.3. Универсальная питательная среда

Выступает самостоятельным функциональным компонентом, обладающим следующими свойствами:

- создает благоприятные условия для длительной поддержки почвенного микробиоценоза;
- обеспечивает активность вносимых микроорганизмов в родной для них среде;
- высокая стабильность и замедленная вымываемость в нижележащие слои почвы;

- пролонгирует действие препарата, сохраняя условия для развития здорового микробиоценоза.

1.3. Назначение: для почвы и для растений

Препарат разработан для комплексного воздействия на агроэкосистему:

- **Оздоровливает почву** —
 - Восстанавливает естественный микробиом почвы.
 - Улучшает структуру, аэрацию и влагоудержание.
 - Ускоряет разложение органических остатков и компостирование.
 - Повышает эффективность минеральных и органических подкормок
- **Оздоровливает растения** —
 - Повышает всхожесть семян и выживаемость всходов.
 - Усиливает корнеобразование и прирост зеленой массы
 - стимулирует рост, цветение и плодоношение:
 - Стимулирует цветение и продлевает плодоношение тепличных культур (томаты, перцы, огурцы, баклажаны) вплоть до осенних заморозков.
 - Эффективно работает на цветах - стимулирует зацветание и продолжительность цветения большинства цветочных культур.
 - Усиливает собственный иммунитет и стрессоустойчивость растений.
 - Защищает растения от болезней:
 - Угнетает возбудителей грибковых инфекций, включая мучнистую росу, фитофтороз, фузариоз как на поверхности растений, так и в почве.
 - Подавляет бактериальные заболевания.
 - Снижает активность нематод.

1.4. Стабильность при хранении

Благодаря защитным свойствам питательной среды препарат сохраняет активность в течение **2 лет** при температурах от -1 до $+25$ °С (допустимо промораживание), что существенно превышает стандартные сроки хранения жидких биопрепаратов.

- Срок хранения: 2 года
- Условия хранения: при температуре от -1°C до $+25^{\circ}\text{C}$, в защищенном от света месте
- Допустимо промораживание

1.5. Тройной механизм действия

- Метабиотики обеспечивают немедленный эффект при внесении (подавление патогенов, активация почвенных процессов);
- Живые бактерии колонизируют ризосферу и филлосферу, обеспечивая пролонгированную защиту и стимуляцию растений на протяжении всей вегетации [Lamont et al., 2017; Murindangabo et al., 2023].
- Питательная среда поддерживает активность бактерий и почвенного микробиоценоза в течение длительного времени, участвует в подкормке корневой системы.

1.6. Экологическая безопасность и натуральный состав

Все используемые штаммы относятся к пробиотическим микроорганизмам представляющим лакто(актино)бактериальный консорциум: молочнокислых бактерий, бифидобактерий и пропионовокислых бактерий. Применение удобрения не представляет риска для человека, животных и насекомых-опылителей [Lutz et al., 2012].

Состав композиции: ферментат растительного сырья (гидролизат зерновых), живые культуры пробиотических микроорганизмов, комплекс природных метаболитов (органические кислоты, ферменты, бактериоцины).

Технология — запатентованный процесс ферментации и дозревания. Питательная среда (гидролизат растительного сырья) служит природным стабилизатором, сохраняющим активность бактерий и метабиотиков до 2 лет.

Состав по исходно введенным ингредиентам: вода; ферментированная овсяная среда, обогащенная минеральным комплексом; культуры биологически активных пробиотических бактерий.

Препарат пригоден для органического земледелия.

1.7. Применение

Перед использованием флакон необходимо взболтать (будьте аккуратны - препарат "живой" - возможна газация с пенообразованием).

Рабочий раствор готовится путем разведения концентрата в воде (желательно тёплой - после можно дать остыть).

Препарат совместим с минеральными удобрениями, их можно добавлять в рабочий раствор по необходимости.

Способы применения и дозировки:

<i>Назначение</i>	<i>Разведение</i>	<i>Приготовление (на 250 мл)</i>	<i>Расход готового раствора</i>
<i>Обогащение почвы (полив)</i>	1:100	250 мл на 25 л воды	~2 л на 1 м ²
<i>Опрыскивание по листу (профилактика болезней, включая мучнистую росу)</i>	1:100	250 мл на 25 л воды	0,2–0,25 л на 1 м ²
<i>Регулярный полив</i>	1:250–500	250 мл на 62–125 л воды	~2 л на 1 м ²
<i>Компостирование</i>	1:100–250	250 мл на 25–62 л воды	Проливать слои

- Для обогащения почвы (полив): разведите 250 мл концентрата в 25 л воды (соотношение 1:100). Полученным раствором пролейте почву из расчета примерно 2 литра на 1 м².
- Для опрыскивания по листу (профилактика болезней, включая мучнистую росу): разведите 250 мл концентрата в 25 л воды (соотношение 1:100). Тщательно опрыскивайте растения, норма расхода — 0,2–0,25 л готового раствора на 1 м².
- Для регулярного полива: разведите 250 мл концентрата в 62–125 л воды (соотношение 1:250–500). Поливайте растения из расчета около 2 литров раствора на 1 м².
- Для компостирования: разведите 250 мл концентрата в 25–62 л воды (соотношение 1:100–250). Полученным раствором равномерно проливайте слои компостируемой массы.

Рекомендации:

- Для профилактики мучнистой росы и других грибковых заболеваний проводить опрыскивание каждые 10–14 дней.
- При сильном поражении растений сочетать полив под корень и обработку по листу.

2. Уникальное торговое предложение (УТП)

ЗОЭ-Агро флора — первый серийно выпускаемый многовидовой лакто(акциномицето) бактериальный препарат в форме трёхкомпонентного ферментата: живые бактерии (почвенные пробиотики) + накопленный разнообразный пул метаболитов + функциональная питательная среда с пролонгированным действием, предназначенный для одновременного оздоровления почвы и растений.

Ключевые элементы УТП:

- **Запатентованная технология** двухстадийной ферментации и дозревания (RU2790676C1, EP4403044), обеспечивающая стабильность и высокий титр (10^{10} КОЕ/мл) в течение 2 лет;
- **Трёхкомпонентная структура**, где питательная среда выступает самостоятельным функциональным элементом, обеспечивающим длительную поддержку почвенного микробиоценоза и активности вносимых микроорганизмов;
- **Наличие разнообразия в пуле накопленных метабитиков** благодаря питательной среде и разработанной запатентованной технологии гарантирует немедленное действие при внесении и снижает зависимость результата от выживаемости бактерий в стрессовых условиях;
- **Питательная среда с замедленным вымыванием** сохраняет благоприятные условия в почве на протяжении длительного времени;
- **Использование почвенных пробиотиков (SBP)** — микроорганизмов, являющихся естественными обитателями почвы и способных эффективно восстанавливать ее микробиом [Rossi et al., 2025; Leong et al., 2024];
- **Аналитически доказанный и многократно подтвержденный механизм действия** отдельных компонентов удобрения [Lamont et al., 2017; Murindangabo et al., 2023];
- **Двойное назначение:** препарат одновременно оздоравливает почву и растения;

- **Универсальность применения** — от предпосевной обработки до компостирования, совместимость с минеральными удобрениями;
 - **Экологическая безопасность** и возможность применения в органическом земледелии.
-

3. Противопоставление существующим препаратам и удобрениям

Для объективной оценки места препарата биоудобрения ЗОЭ-Агро флора среди существующих микробиологических удобрений целесообразно рассмотреть основные группы микробиологических удобрений, представленных на рынке, и провести их сравнительный анализ.

3.1. Традиционные бактериальные удобрения (моноштаммовые и специализированные)

К этой группе относятся препараты на основе отдельных штаммов бактерий с узкой специализацией, известные ещё с середины XX века .

Основные представители:

Тип препарата	Действующий агент	Основная функция	Ограничения
<i>Нитрагин, Ризоторфин</i>	Клубеньковые бактерии (Rhizobium)	Азотфиксация на бобовых культурах	Применим только для бобовых; не работает на других культурах
<i>Азотобактерин</i>	Azotobacter chroococcum	Свободноживущая азотфиксация, синтез БАВ	Требует высокого содержания органики в почве; нестабилен
<i>Фосфоробактерин</i>	Bacillus megaterium	Мобилизация фосфора из органических соединений	Узкая специализация; эффективен только на богатых органикой почвах

Противопоставление ЗОЭ-Агро флора:

В отличие от перечисленных препаратов, обладающих **узкой специализацией** (азотфиксация ИЛИ фосформобилизация ИЛИ только для конкретных культур), ЗОЭ-Агро флора представляет собой **полифункциональный продукт**:

- Содержит широкий спектр почвенных пробиотиков (лактобактерии + акциномицеты из числа бифидобактерий и пропионовокислых бактерий), что обеспечивает комплексное воздействие на почвенный микробиом [Rossi et al., 2025; Leong et al., 2024].

- Применим для **всех сельскохозяйственных культур**, а не только для бобовых.
- Одновременно выполняет функции биоудобрения, средства биоконтроля и биостимулятора (см. п. 3), тогда как традиционные препараты решают лишь одну задачу.
- Имеет пролонгированный эффект в почве.

3.2. Комплексные микробиологические препараты (PGPR-консорциумы)

Современное направление — использование консорциумов Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR), включающих Pseudomonas, Bacillus, Azospirillum и другие роды .

Характеристики PGPR-препаратов:

- Могут содержать 2–4 штамма бактерий .
- Проявляют множественные полезные свойства: продукция ауксинов, сидерофоров, солюбилизация фосфатов .
- Исследования показывают, что использование консорциума суперштаммов разных групп эффективнее, чем монокультуры .

Ограничения PGPR-препаратов:

- Представляют собой, как правило, **смесь вегетативных клеток**, выращенных отдельно и смешанных перед розливом.
- Не содержат **гарантированно накопленных метаболитов** в эффективных концентрациях.
- Не имеют специализированной питательной среды, обеспечивающей длительное выживание в почве.
- Эффективность зависит от приживаемости инокулянта, которая в стрессовых условиях может быть низкой [Le Mire et al., 2016].

Противопоставление ЗОЭ-Агро флора:

- ЗОЭ-Агро флора содержит **поликомпонентный единственный в мире серийно выпускаемый многовидовой лакто(актиномицето)бактериальный PGPMs препарат в форме ферментата растительного сырья с накопленным разнообразным пулом метаболитов**, что значительно превышает видовое разнообразие типичных PGPR-консорциумов.
- Главное отличие — **форма ферментата**: бактерии не просто смешаны, а выращены совместно в едином цикле ферментации с последующим длительным дозреванием, что обеспечивает неповторимое разнообразие пула накопленных метаболитов.

- Наличие **функциональной питательной среды** с замедленным вымыванием создаёт условия для длительной поддержки активности микроорганизмов в почве, тогда как клетки PGPR-препаратов, внесённые без защитной среды, быстро элиминируются.

3.3. EM-технологии (Effective Microorganisms)

Технология EM, разработанная Т. Хигой [Higa, 1993; Higa and Parr, 1995], представляет собой смесь около 80 видов микроорганизмов (молочнокислые бактерии, дрожжи, фототрофные бактерии, актиномицеты), культивируемых на патоке. Состав держится в секрете, а эффективность, согласно опубликованным данным, нестабильна:

- В полевых экспериментах в умеренном климате применение EM-1 не оказало значимого влияния на урожайность томатов, фасоли, пшеницы и ячменя, а также на микробиологические показатели почвы [Mayer et al., 2010];
- Наблюдаемые эффекты часто объясняются внесением питательных веществ с субстратом-носителем (патокой), а не деятельностью микроорганизмов [Schenck zu Schweinsberg-Mickan and Müller, 2009];
- EM-препараты содержат главным образом вегетативные клетки без гарантированного накопления метаболитов, что делает их действие зависимым от выживаемости инокулянта в почве;
- Отсутствует специализированная питательная среда, способная длительно поддерживать активность микроорганизмов после внесения.
- Положительные результаты отмечены в специфических условиях — при восстановлении деградированных альпийских лугов [Li et al., 2024] или совместно с биочаром на засоленных почвах [Wang et al., 2026].

Научные данные об эффективности EM:

- Результаты полевых испытаний противоречивы. Четырёхлетний эксперимент в Швейцарии не выявил значимого влияния EM-1 на урожайность томатов, фасоли, пшеницы и ячменя, а также на микробиологические показатели почвы [Mayer et al., 2010].
- Наблюдаемые эффекты часто связаны с субстратом-носителем (патокой), а не с микроорганизмами [Schenck zu Schweinsberg-Mickan and Müller, 2009].

- Положительные результаты отмечены в специфических условиях — при восстановлении деградированных альпийских лугов [Li et al., 2024] или совместно с биочаром на засоленных почвах [Wang et al., 2026].
- В то же время применение EM в Тамбовской области показало некоторое увеличение длины корней (на 42% в фазе кущения) и прибавку урожайности озимой пшеницы 2 ц/га, что подтверждает потенциальную полезность, но не гарантирует стабильность.

Критические недостатки EM-технологии:

1. **Нестабильность состава:** закрытая формула не позволяет контролировать содержание активных компонентов.
2. **Зависимость от субстрата:** эффект может быть обусловлен паточкой, а не микроорганизмами [Schenck zu Schweinsberg-Mickan and Müller, 2009].
3. **Отсутствие гарантированного накопления метаболитов:** EM-препараты не проходят стадию длительного дозревания для накопления вторичных метаболитов.
4. **Низкая предсказуемость:** в условиях умеренного климата эффективность может быть нулевой [Mayer et al., 2010].

ЗОЭ-Агро флора лишён этих недостатков благодаря:

- **Производству в биореакторе** на универсальной питательной среде по отличительной технологии оптимизированной для синтеза метаболитов;
- **Длительному дозреванию**, обеспечивающему максимальное накопление разнообразного пула биоактивных соединений;
- **Наличию готовых метаболитов**, которые действуют независимо от последующей приживаемости бактерий, гарантируя предсказуемый агрономический эффект;
- **Функциональной питательной среде** с замедленным вымыванием, поддерживающей активность микроорганизмов и почвенного микробиоценоза в течение длительного времени;
- **Двойному назначению** — препарат одновременно оздоравливает почву и растения.

Таким образом, ЗОЭ-Агро флора представляет собой не просто смесь микроорганизмов, а комплексную **трёхкомпонентную систему**: живые клетки + метаболиты + функциональная питательная среда, предназначенную для комплексного оздоровления агроэкосистемы.

Противопоставление ЗОЭ-Агро флора:

<i>Параметр</i>	EM-препараты	ЗОЭ-Агро флора
Технология производства	Культивирование на патоке, состав засекречен	Запатентованная двухстадийная ферментация + дозревание (5-7 нед) (RU2790676C1)
Форма продукта	Суспензия клеток в патоке	Ферментат с накопленными метаболитами
Компоненты	Живые клетки	Трёхкомпонентная система : живые клетки + метабитики + функциональная питательная среда
Питательная среда	Патока (быстро вымывается)	Гидролизат зерновых с замедленным вымыванием
Срок хранения	Ограниченный (обычно до 6-12 мес)	2 года (благодаря стабилизирующим свойствам среды)
Наличие метаболитов	Только продуцируемые in situ (после внесения)	Готовый комплекс органических кислот, бактериоцинов, ферментов
Научная обоснованность	Противоречивые данные; эффект часто связан с субстратом [Mayer, 2010]	Опирается на доказанные механизмы действия почвенных пробиотиков [Lamont, 2017; Murindangabo, 2023; Rossi, 2025]

Таким образом, ЗОЭ-Агро флора представляет собой не просто очередной микробиологический препарат, а **новую технологическую платформу**, объединяющую преимущества живых бактерий (почвенных пробиотиков), их метаболитов и функциональной питательной среды, что обеспечивает стабильный и предсказуемый агрономический эффект.

3.4. Органоминеральные комплексы с добавлением микроорганизмов

Отдельную группу составляют продукты, где микроорганизмы добавляются в качестве компонента к органическим или органо-минеральным основам (компосты, биогумус, торфосмеси).

Особенности:

- Основная масса продукта — органический носитель (торф, сапрпель, гуминовые вещества).
- Микроорганизмы присутствуют, но их титр и активность нестабильны .
- Не контролируется накопление метаболитов.

Противопоставление ЗОЭ-Агро флора:

ЗОЭ-Агро флора — это не носитель с добавкой бактерий, а ферментат, в котором микроорганизмы выращены в оптимальных условиях, а питательная среда является продуктом их метаболизма. Это обеспечивает:

- Гарантированный высокий титр (10^8 - 10^{10} КОЕ/мл);
- Присутствие разнообразия биоактивных веществ микробного происхождения в пуле накопленных метаболитов;
- Стабильность при хранении (2 года);
- Возможность точного дозирования и разведения.

3.5. Химические (минеральные) удобрения и сочетаемость с ними

Химические (минеральные) удобрения широко применяются в интенсивном земледелии для быстрого повышения урожайности. Однако их использование сопряжено с рядом существенных недостатков, которые ограничивают их применение в органическом земледелии и ставят под сомнение их долгосрочную целесообразность:

Недостатки химических удобрений (согласно данным из файла):

- **Экологические риски:** загрязнение грунтовых вод, эвтрофикация водоемов, накопление токсичных остатков в почве и продукции [Dhaliwal and Koul, 2011; Kumariya et al., 2019];
- **Нарушение почвенного микробиома:** химические удобрения подавляют развитие полезной микрофлоры, снижая естественное плодородие почвы;
- **Развитие резистентности у патогенов и вредителей** при совместном применении с пестицидами;

- **Невозможность использования в органическом земледелии**, где синтетические удобрения исключены полностью;
- **Риски для здоровья человека и животных** из-за накопления нитратов и других токсичных соединений в пищевой цепи.

Преимущества ЗОЭ-Агро флора перед химическими удобрениями:

1. **Экологическая безопасность:** препарат полностью безопасен для человека, животных и насекомых-опылителей, не накапливается в почве и растениях, не вызывает загрязнения окружающей среды. Это соответствует принципам органического земледелия.
2. **Восстановление почвенного микробиома:** в отличие от химических удобрений, которые часто подавляют полезную микрофлору, ЗОЭ-Агро флора содержит почвенные пробиотики (SBP) — естественных обитателей почвы, которые восстанавливают ее микробиом, улучшают структуру и повышают естественное плодородие [Rossi et al., 2025; Leong et al., 2024].
3. **Пролонгированное действие:** питательная среда с замедленным вымыванием обеспечивает длительную поддержку почвенной экосистемы, тогда как химические удобрения быстро вымываются и требуют повторных внесений.
4. **Двойное действие:** химические удобрения обеспечивают только питание растений, но не защищают их от болезней и не улучшают иммунитет. ЗОЭ-Агро флора одновременно питает (через мобилизацию элементов питания), защищает (подавление патогенов) и стимулирует рост (фитогормоны).

Сочетаемость с химическими удобрениями:

Важной практической особенностью ЗОЭ-Агро флора является его **совместимость с минеральными удобрениями**. Согласно инструкции по применению, препарат "разбавляется водой без или с добавкой минеральных удобрений". Это означает, что:

- Агропредприятия могут постепенно снижать химическую нагрузку, начиная с совместного применения и увеличивая долю биокомпонента;
- Препарат повышает эффективность минеральных удобрений, улучшая их усвоение растениями и снижая потери от вымывания;
- Возможно включение ЗОЭ-Агро флора в существующие технологии возделывания культур без кардинальной ломки производственных процессов.

Таким образом, ЗОЭ-Агро флора не только является альтернативой химическим удобрениям в органическом земледелии, но и может служить инструментом повышения эффективности минеральных подкормок в переходный период к биологизированному земледелию.

3.6. Преимущества ЗОЭ-Агро флора перед синтетическими пестицидами

По сравнению с синтетическими аналогами микробные биопестициды более узконаправлены. Этот относительный недостаток таких биопестицидов искупается их экологической нейтральностью и токсикологической безвредностью для человека, животных и полезных насекомых-опылителей

Недостатки синтетических пестицидов:

- Узкая направленность действия (каждый пестицид предназначен для борьбы с определенной группой патогенов или вредителей);
- Развитие резистентности у патогенов и вредителей при длительном применении;
- Накопление остатков пестицидов в пищевой цепочке;
- Загрязнение окружающей среды и грунтовых вод;
- Токсичность для человека, животных и полезных насекомых-опылителей;
- Риск "возрождения" вредителей после подавления их естественных врагов.

Преимущества ЗОЭ-Агро флора перед синтетическими пестицидами:

1. **Широкий спектр защитного действия:** благодаря наличию комплекса метаболитов (органические кислоты, бактериоцины, ферменты) и живых бактерий, препарат одновременно подавляет:
 - грибковые инфекции (мучнистая роса, фитофтороз, фузариоз);
 - бактериальные заболевания;
 - снижает активность нематод [Lee et al., 2021].
2. **Отсутствие резистентности:** механизмы действия биоактивных метаболитов (множественные органические кислоты, бактериоцины с разными мишенями) не вызывают развития устойчивости у патогенов, в отличие от синтетических пестицидов с однонаправленным действием [Kumariya et al., 2019].
3. **Экологическая безопасность:** препарат не токсичен для человека, животных и насекомых-опылителей, не накапливается в почве и продукции, не загрязняет грунтовые воды.

4. Двойной механизм защиты:

- **Немедленный:** готовые метаболиты подавляют патогены сразу после внесения;
- **Пролонгированный:** живые бактерии колонизируют ризосферу и филлосферу, обеспечивая длительную защиту;
- **Индукция иммунитета растений:** препарат активирует собственные защитные механизмы растений (системную приобретенную устойчивость) за счет выработки защитных ферментов [Nishad et al., 2020; Vallad and Goodman, 2004].

5. **Отсутствие периода ожидания:** благодаря безопасности препарата, обработки можно проводить вплоть до сбора урожая, что невозможно при использовании синтетических пестицидов с установленными сроками ожидания.

6. **Применимость в органическом земледелии:** синтетические пестициды запрещены в органическом производстве, тогда как ЗОЭ-Агро флора полностью соответствует его принципам.

Таким образом, ЗОЭ-Агро флора представляет собой безопасную и эффективную альтернативу синтетическим пестицидам, особенно в системах интегрированной защиты растений и органическом земледелии, где требуется не только подавление патогенов, но и сохранение экологического равновесия.

Резюме раздела

На фоне существующих групп микробиологических препаратов ЗОЭ-Агро флора занимает уникальное положение:

<i>Группа препаратов</i>	Ограничения	Как ЗОЭ-Агро флора преодолевает ограничения
Традиционные бактериальные удобрения	Узкая специализация, только для бобовых	Полифункциональность (биоудобрение + биоконтроль + биостимулятор) для всех культур
PGPR-консорциумы	Отсутствие накопленных метаболитов, низкая выживаемость	Форма ферментата с готовыми метаболитами + питательная среда
EM-препараты	Нестабильность, закрытый состав, эффект зависит от патоки	Патентованная технология , трёхкомпонентная структура, доказанные механизмы действия
Органоминеральные смеси	Нестабильный титр, отсутствие контроля метаболитов	Высокий титр (10^{10} КОЕ/мл), гарантированное содержание метаболитов, 2 года хранения

Проведенный анализ позволяет систематизировать место препарата **ЗОЭ-Агро флора** среди основных типов агрохимических и микробиологических средств, используемых в растениеводстве. В таблице ниже представлено сравнение по ключевым критериям, отражающим как преимущества, так и ограничения каждой группы.

Сводная таблица сравнения

Критерий	Химические удобрения	Синтетические пестициды	Моноштаммовые биопрепараты	Комплексные микробиологические препараты (PGPR-консорциумы)	Органоминеральные комплексы с микроорганизмами	EM-препараты	ЗОЭ-Агро флора
Безопасность для человека и экологии	Низкая (токсичны, загрязняют почву и воды)	Низкая (токсичны для людей, животных, пчел)	Высокая (экологически нейтральны)	Высокая	Средняя (зависит от минеральной составляющей)	Высокая (декларируется)	Высокая (полностью безопасны, нет ограничений)
Спектр действия	Только питание (NPK)	Узкий (только определенные патогены/вредители)	Узкий (один штамм – одна функция)	Широкий (несколько функций за счёт разных штаммов)	Питание + возможная стимуляция	Широкий (заявлен, но нестабилен)	Широкий (питание + защита + стимуляция)
Механизм действия	Химическое питание	Токсическое поражение патогенов	Специализированное подавление/стимуляция	Синергия разных штаммов (ризобактерии)	Комбинация органических и минеральных веществ + микроорганизмы	Неясен, часто эффект от субстрата	Трёхкомпонентный: живые бактерии (SBP) + метаболиты + питательная среда
Влияние на почву	Угнетают микробиом, ухудшают структуру	Загрязняют, нарушают экосистему	Слабое, точечное	Положительное, но зависит от состава консорциума	Часто нейтральное или слабopоложительное	Противоречивое (зависит от условий)	Восстанавливают микробиом, улучшают структуру, детоксицируют

<i>Развитие резистентности</i>	Не применимо	Высокий риск	Низкий риск	Низкий риск (множественность механизмов)	Низкий риск	Не изучалось	Отсутствует (множественные механизмы действия)
<i>Сочетаемость с химическими удобрениями</i>	-	Ограниченная	Обычно не совместимы	Частичная совместимость	Хорошая (сами содержат минералы)	Требуют органики	Полная совместимость , повышает эффективность химии
<i>Применимость в органическом земледелии</i>	Запрещены	Запрещены	Разрешены	Разрешены (при отсутствии химии)	Ограничена (если содержат синтетику)	Разрешены	Разрешены
<i>Стабильность эффекта</i>	Кратковременная, требуется повторное внесение	Кратковременная, резистентность	Нестабильна из-за выживаемости	Умеренная, зависит от совместимости штаммов	Умеренная	Противоречива, зависит от субстрата	Высокая за счёт готовых метаболитов и защитной среды
<i>Срок хранения</i>	Практически неограничен	Ограничен	Небольшой (месяцы)	Небольшой	Средний (зависит от влажности)	Небольшой	2 года (запатентованная стабилизация)
<i>Технологическая форма</i>	Сухие/жидкие соли	Концентраты эмульсий	Жидкие/сухие культуры	Жидкие/сухие смеси штаммов	Гранулы/порошки/жидкости	Жидкие культуры на патоке	Ферментат с накопленными метаболитами в питательной среде

Выводы

1. **Химические удобрения и пестициды** обеспечивают быстрый, но краткосрочный результат ценой деградации почвы, накопления токсинов и рисков для здоровья. Они несовместимы с принципами устойчивого земледелия и запрещены в органическом производстве.
2. **Моноштаммовые биопрепараты** экологичны, но узкоспециализированны: один штамм решает одну задачу (защита или питание). Их эффективность сильно зависит от выживаемости в почве.
3. **Комплексные микробиологические препараты (PGPR-консорциумы)** объединяют несколько штаммов для расширения спектра действия, однако их эффективность также ограничена выживаемостью и конкуренцией между штаммами в реальных почвенных условиях. Они не содержат готовых метаболитов и стабилизирующей среды.
4. **Органоминеральные комплексы с добавлением микроорганизмов** сочетают питательные вещества и бактерии, но часто представляют собой механическую смесь, где микроорганизмы быстро теряют активность из-за отсутствия защитной среды и возможного токсического действия высоких концентраций минеральных солей.
5. **EM-технологии** предлагают многовидовой подход, но, как показано в исследованиях [Mayer et al., 2010; Schenck zu Schweinsberg-Mickan and Müller, 2009], их действие часто обусловлено питательным субстратом (патокой), а не микроорганизмами. Эффекты нестабильны, а состав микроорганизмов неразглашен.
6. **ЗОЭ-Агро флора** объединяет преимущества всех перечисленных групп, не имея их ключевых недостатков:
 - Является **полноценным биоудобрением**, обеспечивающим питание, защиту и стимуляцию роста.
 - Благодаря **трёхкомпонентной структуре** (живые почвенные пробиотики + накопленные метаболиты + функциональная питательная среда) гарантирует немедленное и пролонгированное действие, не зависящее от выживаемости клеток.
 - **Восстанавливает почвенный микробиом** и улучшает структуру почвы, что не свойственно химическим и большинству органоминеральных средств.

- **Полностью совместим с минеральными удобрениями**, что позволяет поэтапно снижать химическую нагрузку в интенсивном земледелии.
- **Экологически безопасен** и сертифицирован для органического земледелия.
- **Стабилен при хранении (2 года)** благодаря защитным свойствам питательной среды — уникальное преимущество перед жидкими формами других биопрепаратов.

Таким образом, ЗОЭ-Агро флора представляет собой **универсальный инструмент для перехода к биологизированному и органическому земледелию**, обеспечивающий высокую и предсказуемую эффективность при минимальном воздействии на окружающую среду. Его технологическая платформа (ферментат с метаболитами и стабилизирующей средой) выгодно отличается как от простых смесей штаммов, так и от органоминеральных комплексов, предлагая принципиально новый уровень надёжности и результативности.

3. Главные преимущества по применению (эффекты)

Эффективность препарата подтверждена как отзывами потребителей, так и согласуется с обширными научными данными о роли лактобактерий и актиномицетов в агроценозах [Lamont et al., 2017; Murindangabo et al., 2023; Leong et al., 2024]. Аналитически доказанный и многократно подтвержденный механизм действия отдельных компонентов удобрения обеспечивает стабильность результатов.

Экономичность: Удобрения ЗОЭ Агро флора производятся в формах концентратов. Так, концентрата 250 мл достаточно для приготовления до 125 л рабочего раствора, что покрывает до 125 м² при регулярном поливе (из расчета 1 л/м²).

3.1. Для растений: рост, развитие и защита

- Повышение всхожести семян и выживаемости всходов (установлено для овощных и цветочных культур);
- Усиление корнеобразования и прироста зелёной массы за счёт выделения фитогормонов (индолил-3-уксусная кислота, цитокинины) [Giassi et al., 2016; Mohd Jaini et al., 2022];
- Стимуляция цветения и **продление плодоношения тепличных культур** (томаты, перцы, огурцы, баклажаны) вплоть до осенних заморозков;
- Эффективная работа на цветочных культурах — стимуляция зацветания и продолжительности цветения;
- **Защита от болезней:**
 - Угнетение фитопатогенных грибов, включая возбудителей **мучнистой росы, фитофтороза, фузариоза**, за счёт продукции органических кислот, бактериоцинов и гидролитических ферментов [Deegan et al., 2006; Kumariya et al., 2019];
 - Подавление бактериальных инфекций;
 - Снижение активности нематод (в частности, отмечено действие метаболитов ***Lactobacillus sakei*** и ***L. curvatus*** против нематод [Lee et al., 2021]);
 - Индукция системной приобретённой устойчивости растений (ISR) за счёт активации защитных ферментов [Nishad et al., 2020; Vallad and Goodman, 2004];
- Усиление собственного иммунитета и стрессоустойчивости растений.

3.2. Для почвы: оздоровление и восстановление

- Восстановление естественного микробиома почвы, увеличение разнообразия полезных микроорганизмов;
- Улучшение структуры, аэрации и влагоудерживающей способности почвы;
- Ускорение разложения органических остатков и компостирования за счёт целлюлолитической активности [Wang et al., 2021];
- Детоксикация почвы и снижение содержания фитопатогенных пропагул;

- Пролонгированное действие: питательная среда с замедленным вымыванием длительное время сохраняет благоприятные условия для поддержки почвенного микробиоценоза;
- Повышение эффективности минеральных и органических подкормок, снижение их расхода.

Список цитируемой литературы

Научные статьи и обзоры

1. Deegan L.H., Cotter P.D., Hill C., Ross P. (2006). Bacteriocins: biological tools for bio-preservation and shelf-life extension. *International Dairy Journal*, 16(9), 1058–1071. DOI: [10.1016/j.idairyj.2005.10.026](https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.10.026)
2. Giassi V., Kiritani C., Kupper K.C. (2016). Bacteria as growth-promoting agents for citrus rootstocks. *Biological Control*, 103, 105–111. DOI: [10.1016/j.biocontrol.2016.08.005](https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.08.005)
3. Higa T. (1993). Effective microorganisms: Their role in Kyusei nature farming. *Proceedings of the International Conference on Kyusei Nature Farming*, 20–25.
4. Higa T., Parr J.F. (1995). Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment. *International Nature Farming Research Center*.
5. Higa T. (2001). Effective microorganisms in the context of Kyusei nature farming. *Proceedings of the 6th International Conference on Kyusei Nature Farming*, 7–11.
6. Higa T. (2003). Effective microorganisms: A new dimension for nature farming. *Proceedings of the 7th International Conference on Kyusei Nature Farming*, 20–26.
7. Iwaishi S. (2000). Effect of organic fertilizer and effective microorganisms on growth, yield and quality of paddy-rice varieties. *Journal of Crop Production*, 3(1), 269–273. DOI: [10.1300/j144v03n01_22](https://doi.org/10.1300/j144v03n01_22)
8. Javaid A. (2006). Foliar application of effective microorganisms on pea as an alternative fertilizer. *Agronomy for Sustainable Development*, 26(4), 257–262. DOI: [10.1051/agro:2006024](https://doi.org/10.1051/agro:2006024)
9. Khaliq A., Abbasi M.K., Hussain T. (2006). Effects of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. *Bioresource Technology*, 97(8), 967–972. DOI: [10.1016/j.biortech.2005.05.002](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.05.002)
10. Kumariya R., Garsa A.K., Rajput Y.S., Sood S.K., Akhtar N., Patel S. (2019). Bacteriocins: Classification, synthesis, mechanism of action and resistance development in food spoilage causing bacteria. *Microbial Pathogenesis*, 128, 171–177. DOI: [10.1016/j.micpath.2019.01.002](https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.01.002)
11. Lamont J.R., Wilkins O., Bywater-Ekegård M., Smith D.L. (2017). From yogurt to yield: Potential applications of lactic acid bacteria in plant production. *Soil Biology and Biochemistry*, 111, 1–9. DOI: [10.1016/j.soilbio.2017.03.015](https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2017.03.015)
12. Le Mire G., Nguyen M.L., Fassotte B., du Jardin P., Verheggen F., Delaplace P., Jijakli M.H. (2016). Implementing plant biostimulants and biocontrol strategies in the agroecological management of cultivated ecosystems. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 20(S1), 299–313. DOI: [10.25518/1780-4507.13017](https://doi.org/10.25518/1780-4507.13017)
13. Lee J.H., Kim Y.G., Park J.G., Lee J. (2021). Antinematodal activity of lactic acid bacteria. *Journal of Applied Microbiology*, 130(4), 1050–1062. DOI: [10.1111/jam.14857](https://doi.org/10.1111/jam.14857)
14. Leong S.S., Korel F., Khairul S.R., Lingoh A.D., Toh S.C. (2024). Systematic review of emerging trends in soil-based probiotic. *Malaysian Journal of Soil Science*, 28, 369–381.
15. Li J., Wei J., Shao X., Yan X., Liu K. (2024). Effective microorganisms input efficiently improves the vegetation and microbial community of degraded alpine grassland. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1330149. DOI: [10.3389/fmicb.2023.1330149](https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1330149)
16. Mayer J., Scheid S., Widmer F., Fließbach A., Oberholzer H.-R. (2010). How effective are 'Effective microorganisms® (EM)'? Results from a field study in temperate climate. *Applied Soil Ecology*, 46(2), 230–239. DOI: [10.1016/j.apsoil.2010.08.007](https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2010.08.007)
17. Mohd Jaini N.F., Husin N., Huyop F., Saud H.M., Rashid N.Z.A. (2022). Plant growth-promoting mechanisms of lactic acid bacteria. *Archives of Microbiology*, 204(1), 1–15. DOI: [10.1007/s00203-021-02628-5](https://doi.org/10.1007/s00203-021-02628-5)

18. Murindangabo Y.T., Kopecký M., Perná K., Nguyen T.G., Konvalina P., Kavková M. (2023). Prominent use of lactic acid bacteria in soil-plant systems. **Applied Soil Ecology**, 189, 104955. DOI: [10.1016/j.apsoil.2023.104955](https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.104955)
19. Nishad R., Ahmed T., Rahman V.J., Kareem A. (2020). Modulation of plant defense system in response to microbial interactions. **Frontiers in Plant Science**, 11, 581. DOI: [10.3389/fpls.2020.00581](https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00581)
20. Okorski A., Majchrzak B. (2007). Fungi communities in soil under pea cultivated in integrated and conventional production systems. **Polish Journal of Natural Sciences**, 22(4), 647–659.
21. Okorski A., Olszewski J., Pszczółkowska A., Kulik T. (2008). Effect of fungicides and biopreparations on plant health and seed yield of pea. **Progress in Plant Protection**, 48(2), 553–557.
22. Rossi F., Santonicola S., Giaccone V., Truant A., Colavita G. (2025). Dairy Propionibacteria: Probiotic properties and their molecular bases. **Biomolecules**, 15, 886. DOI: [10.3390/biom15060886](https://doi.org/10.3390/biom15060886)
23. Schenck zu Schweinsberg-Mickan M., Müller T. (2009). Impact of effective microorganisms and other organic fertilizers on soil microbial biomass and N mineralization. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, 172(3), 376–383. DOI: [10.1002/jpln.200800106](https://doi.org/10.1002/jpln.200800106)
24. Todorov S.D., Franco B.D.G.M., Tagg J.R. (2012). Bacteriocins of lactic acid bacteria as biopreservatives. **BMC Microbiology**, 12(Suppl 1), S10. DOI: [10.1186/1471-2180-12-S1-S10](https://doi.org/10.1186/1471-2180-12-S1-S10)
25. Vallad G.E., Goodman R.M. (2004). Systemic acquired resistance and induced systemic resistance in conventional agriculture. **Crop Science**, 44(6), 1920–1934. DOI: [10.2135/cropsci2004.1920](https://doi.org/10.2135/cropsci2004.1920)
26. van Vliet P.C.J., Bloem J., de Goede R.G.M. (2006). Microbial diversity, nitrogen loss and grass production after addition of Effective Microorganisms® (EM) to slurry manure. **Applied Soil Ecology**, 32(2), 188–198. DOI: [10.1016/j.apsoil.2005.07.001](https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2005.07.001)
27. Wang R., Cui Q., Wang Z., Yang H., Bai Y., Meng L. (2026). Biochar integrate with beneficial microorganisms boosts soil organic fractions by raising carbon-related enzymes and microbial activities in coastal saline-alkali land. **Microorganisms**, 14(1), 115. DOI: [10.3390/microorganisms14010115](https://doi.org/10.3390/microorganisms14010115)
28. Wang Y., Zhang W., Yu Z., Zhou Q. (2021). Lactic acid bacteria and their effects on composting. **Bioresource Technology**, 337, 125384. DOI: [10.1016/j.biortech.2021.125384](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125384)
29. Xu H. (2000). Effects of effective microorganisms and other microbial materials on soil fertility and crop growth. **Journal of Crop Production**, 3(1), 179–191. DOI: [10.1300/J144v03n01_15](https://doi.org/10.1300/J144v03n01_15)

Патенты

31. Патент РФ № RU2790676C1. Пробиотическая композиция на растительном сырье и способ её получения. Опубликовано: 28.02.2023. Доступно: https://www.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2790676&TypeFile=html
32. Евразийский патент. Пробиотическая композиция на растительном сырье и способ её получения. (Соответствует RU2790676C1). Опубликовано 04.06.2024. Доступно: <https://www.eapo.org/pubservices/info/registry/inventions/patents/048767?ipType=InventionPatentCase>
33. Европейская патентная заявка № EP4403044. Probiotic composition based on vegetable raw materials and method for production thereof. (Соответствует RU2790676C1). Доступно: <https://patents.google.com/patent/EP4403044A1/>
34. Патентная заявка в Китайской Народной республике № CN118475256. Probiotic composition based on vegetable raw materials and method for production thereof. (Соответствует RU2790676C1). Доступно: <https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=CN437331854>