

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

© Кузнецова М.М., Сухарева Л.В.



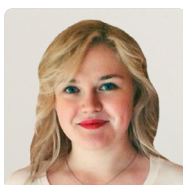
Мария Михайловна Кузнецова

Вологодский научный центр Российской академии наук

Вологда, Российская Федерация

e-mail: 137lidia@gmail.com

ORCID: 0000-0002-6288-1005



Любовь Владимировна Сухарева

Вологодский научный центр Российской академии наук

Вологда, Российская Федерация

e-mail: lyubov.suxareva@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-1069-0856

Целью исследования являлось представление научно-аналитического обзора рынка биопрепаратов, созданных на основе гуминовых веществ, разрешенных и запатентованных на территории Российской Федерации. Рассматриваются механизмы воздействия гуминовых кислот на морфофизиологические показатели сельскохозяйственных культур, что является одним из средств для снижения нагрузки на растительные сообщества. Ежегодно уничтожается до 27% посевов из-за поражения патогенными организмами, в связи с этим сельхозпроизводители несут убытки и теряют сырье. Особое внимание уделено роли гуматов как природных элиситоров и адаптогенов, повышающих устойчивость растений к абиотическим и биотическим стрессам, включая засуху, засоление и пестицидную нагрузку. Этого получается достигнуть благодаря их способности к полидисперсности, химической неоднородности, амфифильности, а также отсутствию строгой стехиометричности состава. Гуминовые вещества ускоряют разложение растительных остатков, что позволяет обеспечить прирост биомассы и повысить технологические характеристики урожая. В работе систематизированы данные отечественных и зарубежных исследований. Проанализированы ключевые технологические аспекты применения данных веществ в качестве самостоятельных биостимуляторов и в составе органоминеральных комплексов, а также совместно с бактериальными препаратами. В работе рассмотрены субстраты, включающие в свой состав торф, бурый уголь, леонардит, вермикомпост (такие как «Гуми М», «Ультразумат», «Гумат Рост», «Гармония», «Плодородие», «БИО-Дон» и др.). В России есть перечень разрешенных биологических препаратов, но он имеет временные и пространственные ограничения в использовании. С учетом разнообразия задач, решаемых биопестицидами, не хватает средств, отвечающих конкретным экологиче-

ским условиям агроценозов и особенностям агротехники в различных регионах. На основе проведенного анализа определены перспективные векторы дальнейших исследований, направленных на оптимизацию биотехнологических параметров применения гуминовых веществ для обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития агропромышленного комплекса.

Биотехнологии, гуминовые препараты, экологизация, гуматы, экология.

Введение

В условиях современного земледелия для снижения негативного влияния абиотических и биотических факторов на растения все чаще применяются биопрепараты, среди которых особое место отводится гуминовым средствам. Механизм их действия, проявляющийся даже при низких дозировках, заключается в повышении активности ферментов, нормализации процессов фотосинтеза и обмена минеральных веществ, а также в стимуляции синтеза фитогормонов. Понятие гуматов впервые ввел химик Ф. Ахард еще в 1786 году, когда описывал методологию извлечения гуминовой кислоты из торфа. Термин «гуминовые вещества» произошел от латинского «humus», что переводится с латинского как «почва» или «земля». Источники извлечения гуминовых соединений разнообразны, что обуславливает их неодинаковую растворимость в кислотных и щелочных средах. Учитывая эти химические особенности, вещества разделяют на две основные группы: гуминовые кислоты, растворяющиеся только в щелочах, но не в кислотах, и фульвокислоты, отличающиеся способностью растворяться как в водной, так и в кислой или щелочной среде.

В растениеводстве широко используются жидкие формы гуматов, получаемые из торфа, бурого угля, леонардита, сапропеля, отходов целлюлозной промышленности и вермикомпостов. Технология применения этих препаратов предусматривает в первую очередь обработку семян перед посевом и внекорневые подкормки

(опрыскивание) растений в период вегетации (Медведев, Сафин, 2024; Синявский, Синявская, 2025). При некорневом внесении гуминовых веществ их основное воздействие проявляется через листовую пластину. С помощью метода меченых атомов установлено, что проникновению внутрь листа поддаются лишь низкомолекулярные соединения гуминов, тогда как крупные, высокомолекулярные молекулы из-за габаритов в большинстве случаев не способны проникнуть сквозь клеточную стенку. Тем не менее в ряде исследований отмечается способность высокомолекулярных гуминовых соединений к деградации на более мелкие фрагменты, что постепенно позволяет им проникать внутрь клетки. Кроме того, присутствие гуминов оказывает влияние на проницаемость клеточных мембран, что улучшает способность растений к поглощению макро- и микроэлементов. Зафиксировано стимулирующее действие на процессы фотосинтеза и дыхания в листовой пластине, а также на иммунные реакции, связанные с переносом абиотических стрессов. Попадая в почву, гуминовые соединения активизируют деятельность микробиома, повышая интенсивность переработки как органических, так и минеральных компонентов грунта. Это способствует усилению высвобождения и переходу минеральных соединений в более доступную для растений форму, которая затем усваивается корневой системой. Влияние гуминов на почву имеет длительный эффект: отмечается рост общей активности и увеличение численности

микроорганизмов, включая отдельные группы. Особенно заметно возрастает количество азотфиксирующих, аммонифицирующих и нитрифицирующих бактерий, а также целлюлозоразлагающих и маслянокислых бактерий, почвенных микромикробов (Медведев, Сафин, 2024).

Примером того, что способ внесения препарата влияет на результат, может послужить опыт исследователей с применением гумата калия компании ООО «Планета-РА» (в составе имеет измельченный торф и едкий калий) на семенах пшеницы сорта Тулунская-12. При его внесении не замечено эффекта на посевные качества, но при замачивании семян в растворах препарата в концентрациях 0,05–0,001% у кукурузы эффект проявился в приросте вегетативной массы, а у проростков пшеницы возросла масса корневой системы (Кравец, 2007).

Ключевыми особенностями, определяющими поведение гуминовых веществ в природной среде, являются их полидисперсность, химическая неоднородность, амфифильность, а также отсутствие строгой стехиометричности состава. Благодаря данным свойствам возможен широкий спектр физико-химических взаимодействий для гуматов, например, таких как ионный обмен, донорно-акцепторные связи, сорбционные процессы, а также гидрофильно-гидрофобные взаимодействия с соединениями органического и неорганического происхождения. Указанные особенности свидетельствуют о высоком потенциале гуминовых веществ в решении различных задач от восстановления загрязненных экосистем и очистки сточных вод до нейтрализации и обезвреживания токсичных отходов (Чердакова и др., 2024).

Фитосанитарная практика ставит перед собой две приоритетные технологические цели: обеспечение устойчивого роста урожайности при одновременной оптимиза-

ции качества конечной продукции и поддержание экологической безопасности агроэкосистем на установленном уровне.

Как отмечают В.К. Чеботарь и соавторы, повышение интенсивности микробно-растительных взаимодействий является ключевым фактором роста урожайности агроэкосистем. Применение биологических средств обладает высокой экономической отдачей для сельхозпроизводителей: при поражении патогенными микроорганизмами до 27% посевных площадей использование таких препаратов позволяет сократить убытки и обеспечить устойчивость урожайности (Chebotar et al., 2017).

Благодаря изменению гормонального статуса и ускорению метаболических реакций, гуминовые препараты положительно сказываются на биохимических показателях растений. Биологическая эффективность таких средств обусловлена наличием в их основе таких компонентов, как витамины, пептиды, органические кислоты, аминокислоты, фульвокислоты, фенольные соединения, моно- и полисахариды и др. Такой состав помогает сделать предположение об экологической безопасности гуминовых веществ, так как они способны к метаболизму и обладают высокой степенью биоразлагаемости. Это в свою очередь может помочь обеспечить население безопасным продовольствием и потенциально снизить риски загрязнения окружающей среды (Бортник, 2011).

Цель работы – проанализировать рынок биопрепаратов, созданных на основе гуминовых веществ, разрешенных и запатентованных на территории Российской Федерации.

Задачи исследования:

- 1) дать историческую справку, описать отличительные черты и свойства гуминовых веществ;
- 2) сравнить препараты, применяемые на территории РФ;

3) дать оценку состояния рынка биопрепаратов, в частности на основе гуминовых веществ.

Научная новизна состоит в комплексной систематизации отечественных исследований по гуминовым препаратам, анализе полученных результатов полевых опытов, демонстрации преимуществ и недостатков от их применения на зерновых культурах.

Объекты и методы исследования

Систематизация показателей применения биопрепаратов (конкретно, гуминовых веществ) на территории РФ и полевых испытаний, проверяющих их эффективность, по данным государственного реестра пестицидов и агрохимикатов, допущенных на территории России по состоянию на 1 июня 2025 года, и источников литературы.

Результаты исследования

Современные подходы к оптимизации минерального питания агроценозов и росту урожайности сельскохозяйственных культур предполагают широкое привлечение биологических ресурсов. Такие компоненты являются экологически чистым и возобновляемым инструментом, эффективное применение которого в сельском хозяйстве способствует устойчивому воспроизводству плодородия почв (Хусайнов и др., 2025). Благодаря воздействию биопрепаратов, в том числе гуминовых веществ, ускоряется разложение растительных остатков, что положительно отражается на биологической активности почвенного профиля и улучшении водно-воздушного и питательного режимов. Комплексная оптимизация агрономических характеристик почвы обеспечивает как прирост биомассы растений,

так и повышение качества урожая (Дрепа и др., 2024). Также преимуществом является отсутствие негативного влияния на биоразнообразие экосистем, что помогает поддерживать численность вредителей и регулировать естественные отношения в биоценозе между видами (Терещенко, 2007).

В последнее время нормативно-правовая база по защите растений претерпевает изменения, направленные на уменьшение экологического давления на сельхозземли. В России действуют такие законы, как № 280-ФЗ «Об органической продукции», № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», № 109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» и № 159-ФЗ «О сельскохозяйственной продукции, сырье и продовольствии с улучшенными характеристиками». В Указе Президента РФ № 145 от 28 февраля 2024 года особое внимание уделено рациональному использованию химических и биологических средств защиты, активизации научных исследований в области создания природосообразных технологий и средств, а также необходимости повышения уровня биобезопасности сельхозугодий в условиях предотвращения преднамеренной интродукции особо опасных вредоносных объектов.

Мировой рынок биопрепаратов для защиты растений демонстрирует высокую концентрацию: из более чем 450 представленных наименований основная доля продаж контролируется семью ведущими международными биотехнологическими корпорациями¹. В Российской Федерации структура рынка имеет свою специфику. В сегменте классических микробиологических биофунгицидов (средства защиты на основе живых штаммов, такие как «Гамаир», «Алирин-Б», «Стернифаг» и «Вита-

¹ Государственная услуга по государственной регистрации пестицидов и агрохимикатов // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. URL: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-rastenievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industry-information/info-gosudarstvennaya-usluga-po-gosudarstvennoy-registratsii-pestitsidov-i-agrokhimikatov/> (дата обращения: 16.02.2026).

план») сформировано ядро отечественных производителей в лице ПО «Сиббиофарм» и ГК «Агробιοтехнология», опирающихся на фундаментальные разработки ВИЗР (Павлюшин, 2025).

В России гуминовые препараты созданы и применяются в сельском хозяйстве уже не первое десятилетие. На сайте elibrary.ru найдено 825 статей на эту тематику. Гуматы относятся к природным, высокомолекулярным органическим соединениям, создание которых происходит благодаря процессу разложения растительных остатков, и, в последствии, их гумификации, при участии в процессе микроорганизмов, воды и кислорода. Выступают основным элементом органического вещества водных и почвенных биотопов, а также твердых горючих ископаемых. Гуминовые вещества входят в состав торфа и составляют в нем от 50 до 90% органической массы. В АПК гуминовые вещества применяются как стимуляторы роста и развития сельскохозяйственных культур. Использование данных соединений способствует более эффективному усвоению азота, калия, фосфора и железа, а также укрепляет защитные механизмы культур против негативных факторов среды, таких как заморозки, засуха, высокое содержание солей в грунте и химическая нагрузка от пестицидов. Научно доказано, что гуминовые соединения стимулируют дыхание и фотосинтез, а также ускоряют белковый и фосфорный обменные процессы в растениях. Препараты на основе гуминов используют для опрыскивания зеленых частей растений или внесения непосредственно в грунт (Виноградова и др., 2025).

Одна из проблем в агрономии – солевой стресс у растений, который угнетает физиологические процессы. В городских условиях это может возникать из-за противогололедных смесей, а в агроценозах – из-за орошения. При появлении такой

проблемы изменяется структура агро- и урбоценозов, из-за чего снижается урожайность. Устойчивость к повышенным уровням солей – признак, обусловленный генетикой и характерный для отдельных видов. Современные технологии биоинженерии позволяют частично повышать устойчивость культур к неблагоприятным условиям, однако на сегодняшний день их применение ограничено по причине высокой стоимости и ограниченного эффекта. Некоторые ученые отмечают перспективность использования природных физиологически активных соединений – гуминовых веществ и производных на их основе. Их эффективность обусловлена способностью выступать источником питательных элементов, обладать гормональным действием, проявлять антиоксидантные свойства, а также выступать модуляторами ферментативных процессов и редокс-соединениями (Гальченко и др., 2024).

Сотрудники Уфимского научного центра РАН проводили исследование влияния препарата «Гуми М» производителя «БашИнком» на гормональный статус пшеницы сорта Башкирская-24 в естественных условиях и при засолении почвы (Нургалиева и др., 2006). Обработка семян пшеницы перед посевом препаратом оказывала выраженный стимулирующий эффект на ростовые параметры проростков. Засоление влияло и на контрольную, и на опытную группы, однако у последних показатели роста оставались выше, чем в контроле. В процессе прорастания у обработанных растений отмечалось повышение концентрации цитокининов, что позволяет предположить о роли препарата «Гуми М» как о средстве, усиливающим рост и повышающем устойчивость к засолению почв, при одном из стрессовых факторов (Фатхутдинова и др., 2008). Данный препарат проверяли и как защитное действие при кадмиевом стрессе. В опыт-

ной группе повысился уровень цитокининов, что увеличило устойчивость семян к токсическому воздействию кадмия (Морозовский и др., 2008).

Помимо проблем с солевой обеспеченностью в растениеводстве остро стоит вопрос нехватки фосфора – одного из ключевых элементов питания, необходимых для полноценного роста и развития растений. Он играет важную роль в фотосинтезе, фосфорилировании и передаче энергии внутри клеток. Однако в большинстве почв наблюдается нехватка фосфора, что отрицательно сказывается на урожайности сельхозкультур. Для восполнения его дефицита применяются различные методы, включая внесение органических или минеральных удобрений. В последние годы все большее распространение находят гуминовые препараты. Научные исследования подтверждают, что гуминовые вещества улучшают содержание подвижных форм фосфора в почве, повышают его биодоступность для растений, ускоряют поступление в клетки и облегчают усвоение. Кроме того, они позволяют эффективнее использовать минеральные удобрения, из-за чего сокращаются расходы на подкормку и снижается нагрузка на экосистему (Карташев, Безуглова, 2024).

Биопрепарат «БИО-Дон» изготавливается методом экстракции навоза крупного рогатого скота, прошедшего переработку компостными червями. Благодаря специфическому составу средство стимулирует жизнедеятельность микрофлоры в зоне корней и ускоряет процессы минерализации грунта. Уменьшение показателя минерализации при листовом опрыскивании свидетельствует об усилении выделения корнями веществ. Это приводит к трансформации органического азота в доступную форму и переводу трудноусвояемого фосфора в подвижные соединения, что подтверждается результатами

эксперимента. Применение препарата «БИО-Дон» обеспечило рост урожайности озимой пшеницы от 6,9 до 12,8 ц/га (в зависимости от варианта), что эквивалентно увеличению на 35% относительно контрольных показателей (Наими, 2018).

Проблема многих сельскохозяйственных регионов связана с дефицитом влаги – засухой. Для снижения убытков от ее проявлений ученые разрабатывают специальные препараты. В.В. Калитка и З.В. Золотухина в полевых условиях исследовали средство «Ультрагумат» на озимой пшенице. В ходе эксперимента они обрабатывали семена препаратом дважды (замачивание семян перед посевом и опрыскивание в вегетативный период). Обработанные результаты опыта показали, что всхожесть повысилась на 8%, а содержание сахаров – на 13%. Увеличение концентрации сахаров в узле кущения помогает растениям лучше переносить недостаток влаги в почве и повышает их устойчивость к низким температурам, следовательно, увеличивает их срок созревания и дает им накопить больше питательных веществ. Отмечалось повышение содержания белка на 1,5–2,5%, клейковины – на 4,3–5,5% (Калитка, Золотухина, 2011).

В вегетационных испытаниях, проведенных в 2025 году на базе тепличного комплекса ИФПБ РАН (г. Пущино), в качестве тест-культуры использовалась озимая мягкая пшеница сорта Юка. Установлено, что применение исследуемых гуминовых соединений («Gumin-K» и «БИО-комплекс») способствует повышению адаптивного потенциала растений при дефиците влаги. При недостаточном увлажнении препараты оказывали более выраженный эффект на уровень хлорофилла b по сравнению с хлорофиллом a, что приводило к снижению соотношения a/b. Уменьшение этого показателя свидетельствует об улуч-

шении устойчивости растений к засухе (Матыченко и др., 2025).

Ученые постоянно совершенствуют имеющиеся биопрепараты и создают новые, согласно запросам сельхозпроизводителей. Современные разработки должны обладать усиленным действием, повышая плодородие почвы и рост растений, быть полифункциональными, проявлять антагонизм в отношении патогенов бактериальной и грибковой природы (Логинов и др., 2026). На данный момент в Российской Федерации есть перечень разрешенных биологических препаратов, но с временными и пространственными ограничениями в использовании. Несмотря на многофункциональность биопестицидов, наблюдается дефицит средств, разработанных с учетом конкретных экологических условий регионов и местной агротехнической специфики.

Для повышения эффективности гуминовых веществ возможно совместное применение с бактериальными препаратами. Результатами такого симбиотического действия служит сокращение дозировки фунгицидных средств, тем самым – уменьшение прессинга на агроценозы. Практическое доказательство данного эффекта продемонстрировала группа ученых с серией опытов, результаты которых продемонстрировали эффективность комбинации препарата «Росток» с бактериями *Pseudomonas extremorientalis* и сниженной вдвое дозой фунгицида «Оплот». Такая обработка позволила уменьшить степень поражения семян инфекциями, передающимися через семена, в четыре раза (Кравец и др., 2024). Аналогичные исследования, выполненные А.В. Кравцем и соавторами, были посвящены применению гуминового состава «Гумостим» в концентрации 0,001% (Кравец и др., 2025). Данный препарат проявил фунгистатические свойства против возбудителей гельминтоспориоза и альтернари-

оза. Предварительная обработка семян яровой пшеницы указанным средством привела к снижению инфицированности гельминтоспориозом в 1,8 раза, а альтернариозом – в 3,5 раза по сравнению с контрольными показателями.

И.Г. Орлова и Н.А. Галушко изучили воздействие гуминового препарата «Гармония» на урожайность и качество зерна озимой пшеницы (сорта Безостая и Юна) на типичном черноземе с интенсивным гумусовым горизонтом (Орлова, Галушко, 2007). В стадии колошения растения подвергали обработке гуматом натрия и средством «Гармония». Результаты показали, что при сочетании использования биологических препаратов и минеральных удобрений достигается высокая эффективность. Так, при их использовании средняя прибавка урожая зерна у сорта Безостая-1 составила 7,8 ц/га, у сорта Юна – 10,7 ц/га.

К похожим выводам и результатам привел и опыт с применением «Гуми-20М» на озимой пшенице на выщелочном черноземе. Полевое испытание было масштабным и включало в качестве тест-объектов 5 сортов: Дея, Батько, Селянка, Дон-95 и Эхо. Применяли комбинацию исследуемого препарата и половину рекомендуемой нормы фунгицидов, замачивая ею семена до посева. Результаты показали значительное снижение проявления гнилей и твердой головки. Обработка методом опрыскивания в вегетационный период увеличило урожайность пшеницы. Исследование подтвердило значимость комбинированного использования гербицидов и фунгицидов, что позволяет снизить норму применения последних. Также была подчеркнута необходимость многократной защиты культур в различные периоды их развития, начиная с замачивания семян перед посевом через опрыскивание в фазе кущения, заканчивая обработкой в период трубкования (Морозовский и др., 2008).

Эффективность препарата на основе торфа и сапропеля «Плодородие» анализировали на сортах пшеницы Энита, Приокская, Дарья и Московская-85 на нескольких типах почв, а именно дерново-подзолистых и черноземах. На всех сортах была зафиксирована положительная динамика по приросту урожайности. Этого удалось достичь из-за увеличения продуктивной кустистости, которая варьировалась от 8 до 10,5% (Лучник, Хитрова, 2010). Также выявилась закономерность с увеличением урожайности до 23% благодаря грамотно составленной обработке в несколько этапов – предпосевное замачивание и опрыскивание проводилось с использованием этого же препарата на сортах Соратница и Руфа. Произошло повышение числа листьев пшеницы и возросла площадь листовой поверхности, что вследствие привело к повышению эффективности фотосинтеза, увеличению накопления органических веществ, и, как следствие, росту урожайности (Шаповал, 2004).

Отечественный производитель из Иркутска – компания «Гумат» – создала и апробировала препарат «Гумат 80». Практический опыт проводился на серой лесной почве на пшенице сорта Тулунская-12. Эксперимент продемонстрировал, что его применение способом инкрустации с добавлением 2% поливинилацетата (ПВА), а также совместно с диаммофоской, дает возможность выращивать семена яровой пшеницы с повышенными агротехническими показателями (Амшеев, Корзинников, 2004).

Многолетний опыт исследований о действии гуминовых веществ, который ведется с 1961 года, продолжают вести специалисты ГАУ Северного Зауралья. Одним из факторов быстрого и эффективного действия ГВ на сельскохозяйственные растения служит то, что гуминовые кислоты торфа практически идентичны по

структуре и составу к гуминовым веществам самой почвы. На основе низинного торфа и создан препарат под торговой маркой «Росток». Специфика и отличие от альтернатив в том, что, осаждая гуминовую кислоту при его создании, удаляются фульвокислоты, помогая тем самым стабилизировать состав. В полевых условиях при применении препарата в дозировке 0,001% на различных сельскохозяйственных культурах повышалась урожайность от 14 до 83%. Влияние оказывалось и на метаболизм, усиливая эндогенные регуляторы (ауксиновая активность повышалась на 44%, гибберелиновая – на 225%) (Грехова, 2015).

В России изучением гуминовых веществ занимается Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа, который уже на протяжении сорока лет анализирует свойства препаратов и на их базе они прошли все этапы от разработки до патентования. В их число входит препарат «Гумостим», представляющий собой аммонийный гумат. Опыты были проведены в Кемеровской области по стандартной схеме: обработка семян перед посевом концентрацией 0,75–1% по гуминовым кислотам, опрыскивание 0,01% раствором препарата. В результате удалось достичь увеличение урожайности до 13–17% (Сорокин и др., 2008). Помимо повышения урожайности, «Гумостим» эффективен в борьбе с корневыми гнилями на сельскохозяйственных культурах. Кравец установил закономерность, что обработка способствует выходу семян пшеницы из легкого физиологического покоя (Кравец и др., 2010). На агросерой оподзоленной почве «Гумостим» подтвердил высокие результаты в трехлетнем опыте, повысив урожайность и качество зерна. Масса снопа возросла с 710,9 до 767,3 г, при этом улучшились все характеристики колоса. Отмечено увеличение массы 1000 зерен (с 36,65 до 37,40 г) и натурной массы (с 745,3 до 750,3 г), что

обеспечило рост урожайности яровой пшеницы на 8% (Кравец и др., 2011). В работе рассматривалась фотосинтетическая активность пшеницы в ходе полевого эксперимента. Применение стимулятора «Гумостим» перед посевом положительно сказалось на биометрических и фотосинтетических показателях культуры. Наблюдались рост высоты растений, увеличение площади листовой поверхности на 11–14%, сухой массы – на 13–40%. Также повысились листовой индекс, чистая продуктивность фотосинтеза в период выхода в трубку, содержание зеленых и желтых пигментов, а хлорофилловый индекс достиг 0,34 г/м². Урожайность увеличилась на 14% за счет роста числа зерен в колосе на 18%, а массы зерна в колосе – на 17%, что сопровождалось улучшением качества зерна (Богомазов и др., 2017).

Так как погодные и почвенные условия отличаются и разнятся от года к году, требуется и разнообразие препаратов на рынке. На темно-серой лесной почве на пшенице Дарья проверяли эффективность «ФлорГумата». Перед полевыми испытаниями провели лабораторные опыты, результаты которых показали увеличение длины корней и побегов, а также повышение энергии прорастания на 3–4%. В полевых испытаниях обработка семян увеличила урожайность на 7%, а сочетание замачивания и опрыскивания вегетирующих растений – на 12% (Зотиков и др., 2011).

Применение биопрепаратов не отказывается от применения минеральных удобрений, а, наоборот, рекомендует действовать совместно, сокращая используемые концентрации. К примеру, при внесении кобальта повышаются биометрические показатели проростков и всхожесть культур. Рекомендуется его использовать с гуматами в концентрации 0,15%. Урожайность в сравнении с контролем увеличилась на 51% и снизилась степень пораженности семян (Кравец и др., 2006).

На ОАО «ТБЗ Ляховичский» (Брестская область) совместно с ООО «Торговый Дом Торфяные Гуматы» запущено производство нового поколения гуминовых препаратов – гуминового удобрения «Гумат Рост». Это жидкость темно-бурой окраски с показателем кислотности pH от 7,5 до 9,5, содержащая не менее 30,0 г/л суммы гуминовых и фульвокислот. В составе азот (N) – не менее 0,7 г/л; фосфор (P₂O₅) – 0,02 г/л; калий (K₂O) – от 2,0 до 7,0 г/л, а также микроэлементы. В качестве сырья применяется фрезерный торф по ГОСТ Р 51661.1-2000, добываемый на низинных торфяных залежах с уровнем разложения не ниже 30%. Исследования проводились в период с 2020 по 2024 год. За этот период средняя прибавка урожайности при внекорневой обработке посевов яровой пшеницы составила 5,1 ц/га, что соответствует приросту от 5 до 12% общей урожайности продукции в зависимости от культуры и особенностей растения (Шушкевич и др., 2025).

В Вологодской области фирма «Цветы надежды» производит препарат «Онежский» на основе обработки универсального вермикомпоста и бурой водоросли фукус пузырчатый (*Fucus vesiculosus* L.) из Беломорья (ТУ 01.61.10-001-52027899-2024). За счет добавления бурой водоросли, препарат обогащается биологически активными веществами. Группой ученых из Вологодского научного центра РАН проводятся исследования по влиянию указанного препарата на рост и развитие ячменя сорта Сонет, в том числе с препаратом «Натурост» (ООО «Биотроф»). В ходе исследования данные по сухой массе показали разницу 53–55%, а урожайность увеличивалась до 38% при совместном внесении препаратов (Сухарева и др., 2025). В другом опыте с разным способом внесения ЖГП «Онежский» результаты показали увеличение ассимиляционной поверхности в 2,7 раза в фазу колошения

ячменя, при этом содержание хлорофиллов возросло на 34–45%, а итоговая зерновая продуктивность превосходит контрольный вариант на 13–50% (Рассохина и др., 2025).

Выводы

Таким образом, практика возделывания зерновых в России убедительно подтвердила эффективность гуминовых средств, которые способствуют активному росту, развитию, повышению

урожайности и устойчивости культур к стрессовым факторам. Параллельно фиксируется улучшение качественных характеристик урожая: увеличивается концентрация белка, витаминов и 16 аминокислот. Если учитывать ингибирование препарата, гидротермические условия территории применения пестицида, то экономическая и экологическая перспектива использования таких препаратов будет потенциально обоснованной и рентабельной.

ЛИТЕРАТУРА

- Амшеев Г.Н., Корзинников Ю.С. (2004). Обработка семян пшеницы регуляторами роста и минеральными удобрениями // Плодородие. № 6. С. 19.
- Богомазов С.В., Симонян М.А., Ткачук О.А. [и др.]. (2017). Фотосинтетический потенциал и урожайность агроценозов яровой пшеницы в зависимости от систем основной обработки почвы и гуминовых удобрений // Нива Поволжья. № 4 (45). С. 23–29.
- Бортник Т.Ю. (2011). Эффективность использования гуминовых препаратов в звене кормового севооборота на дерново-подзолистых почвах Среднего Предуралья // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. № 4 (29). С. 13–15.
- Виноградова В.С., Хитрова В.И., Голоктионов И.И. (2025). Гуминовые комплексы в агрофитоценозах озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. № 2. С. 32–43.
- Гальченко С.В., Чердакова А.С. (2024). Экспериментальная оценка протекторных свойств гуминового препарата по отношению к культурным растениям в условиях солевого стресса // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. Т. 32. № 1. С. 16–31. DOI: 10.22363/2313-2310-2024-32-1-16-31
- Грехова И.В. (2015). Гуминовый препарат из низинного торфа // Теоретическая и прикладная экология. № 1. С. 85–88.
- Дрепа Е.Б., Пшеничный Р.Н., Мухина О.В., Дрепа Д.А. (2024). Влияние биопрепаратов и микроудобрений как элемента технологии на продуктивность озимой пшеницы // Аграрный вестник Северного Кавказа. № 1 (53). С. 37–42. DOI: 10.31279/2949-4796-2024-1-53-37-42
- Зотиков В.И., Ерохин А.И., Барбашов М.В. (2011). Эффективность применения «ФлорГумата» универсального на семенах и вегетирующих растениях // Земледелие. № 8. С. 44–45.
- Калитка В.В., Золотухина З.В. (2011). Применение комплексных антистрессовых препаратов для повышения качества продовольственного зерна пшеницы озимой // Фитогормоны, гуминовые вещества и другие биорациональные пестициды в сельском хозяйстве: материалы 7-й международная конференция. Минск. С. 81–82.
- Карташев С.С., Безуглова О.С. (2024). Влияние гумата калия и гуминового препарата «БИО-Дон» на азотный режим чернозема обыкновенного под горохом // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. № 2 (222). С. 100–112. DOI: 10.18522/1026-2237-2024-2-100-112
- Кравец А.В., Касимова Л.В., Фролова Е.В. [и др.]. (2006). Комплексный стимулятор роста растений из торфа // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. № 7 (167). С. 5–9.
- Кравец А.В., Касимова Л.В., Фролова Е.В. [и др.]. (2007). Комплексный стимулятор роста растений на основе торфа и микроэлементов // Плодородие. № 5 (38). С. 32–33.

- Кравец А.В., Минаева О.М., Грехова И.В. (2024). Использование препарата Росток для создания комплексного препарата с бактериями *Pseudomonas extremorientalis* совместно с фунгицидом для контроля возбудителей семенных инфекций пшеницы // International Agricultural Journal. № 6 (67). С. 1630–1648. DOI: 10.55186/25880209_2024_8_6_3
- Кравец А.В., Минаева О.М., Грехова И.В. (2025). Возможность применения гуминового препарата Росток в уменьшенной концентрации с бактериями *Pseudomonas extremorientalis* и протравителем триазолового ряда для контроля возбудителей семенных инфекций яровой пшеницы // Агропродовольственная политика России. № 4 (117). С. 18–28. DOI: 10.35524/2227-0280_2025_04_18
- Кравец А.В., Николаева Д.Л., Зотикова А.П. (2014). Влияние предпосевной обработки семян гуминовым препаратом из торфа на фотосинтетическую деятельность, структуру и качество урожая яровой пшеницы // Естественные и технические науки. № 5 (73). С. 46–52.
- Кравец А.В., Терещенко Н.Н., Проскурина Л.Д. (2010). Гуминовый стимулятор из торфа полифункционального действия // Достижения науки и техники АПК. № 12. С. 40–43.
- Логинов Ю.П., Казак А.А., Яценко С.Н. (2026). Влияние биопрепаратов на элементы структуры урожайности яровой мягкой пшеницы в северной лесостепи Тюменской области // Агропродовольственная политика России. № 2 (121). С. 47–56. DOI: 10.35524/2227-0280_2026_02_47
- Лучник Н.А., Хитрова В.И. (2010). Действие органо-минерального удобрения гумат «Плодородие» на урожай и качество яровой пшеницы // Агрохимический вестник. № 5. С. 36–37.
- Медведев Н.А., Сафин Р.И. (2024). Влияние применения различных гуминовых препаратов на формирование урожая и качество зернофуражного ячменя // Агробiotехнологии и цифровое земледелие. № 2 (10). С. 18. DOI: 10.12737/2782-490X-2024-18-23
- Морозовский В.В., Назаренко Д.Ю., Стрелков В.Д. (2008). Влияние препарата Гуми-20М на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в условиях Краснодарского края // Агрохимический вестник. № 3. С. 38–40.
- Наими О.И. (2018). Влияние гуминового препарата ВЮ-Дон на развитие сельскохозяйственных культур // Вестник Донского государственного аграрного университета. № 1–1 (27). С. 62–66.
- Нургалиева Р.В., Кильдибекова А.Р., Сахабутдинова [и др.]. (2006). Влияние «Гуми-М» на гормональный статус растений пшеницы при засолении // Агрохимия. № 8. С. 25–29.
- Орлова И.Г., Галушко Н.А. (2007). Биологически активные вещества и минеральные удобрения повышают урожайность озимой пшеницы // Земледелие. № 5. С. 11–12.
- Павлюшин В.А. (2025). Биологическая защита растений и повышение конкурентоспособности растениеводческой продукции в интенсивном растениеводстве, закрытом грунте и органическом земледелии // АгроЭкоИнженерия. № 4 (125). С. 4–22.
- Рассохина И.И., Сухарева Л.В., Платонов А.В. (2025). Оценка действия жидкого гуминового препарата «Онежский» на ростовые и продуктивные показатели ячменя // Молочнохозяйственный вестник. № 4 (60). С. 55–67. DOI: 10.52231/2225-4269_2025_4_67
- Синявский И.В., Синявская Т.А. (2025). Опыт применения гуминовых препаратов на томатах в условиях продленного оборота зимних теплиц // Эпоха науки. № 41. С. 10–16. DOI: 10.24412/2409-3203-2025-41-10-16
- Сорокин И.Б., Титова Э.В., Калиниченко М.С. (2008). Эффективность новых стимуляторов роста растений из торфа в условиях Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. № 6. С. 5–11.
- Сухарева Л.В., Рассохина И.И., Платонов А.В. (2025). Совместное действие жидкого гуминового препарата «Онежский» и микробного препарата «Натурост» на рост ячменя ярового // Вестник ИрГСХА. № 131. С. 83–92. DOI: 10.51215/1999-3765-2025-131-83-92
- Терещенко Н.Н. (2007). Бактериальные удобрения: проблемы и перспективы применения // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. № 7 (175). С. 14–20.
- Фатхутдинова Р.А., Безрукова М.В., Лубянова А.Р. [и др.]. (2008). Влияние «Гуми-М» на устойчивость пшеницы к токсическому действию кадмия // Агрохимический вестник. № 3. С. 33–35.

- Хусайнов Х.А., Тунтаев Ф.Д., Елмурзаева Ф.Д. (2025). Интеграция биоресурсов в растениеводство: краткий обзор // Новые технологии. Т. 21, № 4. С. 219–231.
- Чердакова А.С., Гальченко С.В., Егорова С.А. (2024). Роль гуминовых препаратов в восстановлении экологического состояния загрязненных почв // Экологические проблемы региона и пути их решения: материалы XVIII Всерос. науч.-практ. конф. Омск. С. 112–115.
- Шаповал О.А. (2004). Регуляторы роста и формирование листового аппарата озимой пшеницы // Плодородие. № 6. С. 14–15.
- Шушкевич Г.П., Босак В.Н., Соколов О.А. (2025). Эффективность применения гуминового удобрения Гумат Рост в агробиоценозах // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. № 4 (43). С. 16–20.
- Chebotar V.K., Zavalin A.A., Aritkin A.G. (2017). *Biomodified Mineral Fertilizers: Efficiency Use and Mode of Action*. Saarbrücken: LAP LAMBERT.

Сведения об авторах

Мария Михайловна Кузнецова – младший научный сотрудник, Вологодский научный центр Российской академии наук (Российская Федерация, 160014, г. Вологда, ул. Горького, д. 56а; e-mail: 137lidia@gmail.com)

Любовь Владимировна Сухарева – научный сотрудник, Вологодский научный центр Российской академии наук (Российская Федерация, 160014, г. Вологда, ул. Горького, д. 56а; e-mail: Lyubov.suxareva@yandex.ru)

ANALYSIS OF THE APPLICATION OF HUMIC SUBSTANCES IN CROP PRODUCTION

Kuznetsova M.M., Sukhareva L.V.

The aim of the study was to provide a scientific and analytical review of the market for biopreparations created on the basis of humic substances that are approved and patented in the territory of the Russian Federation. The mechanisms of the effect of humic acids on the morphophysiological parameters of agricultural crops are examined, which is one of the means of reducing the burden on plant communities. Up to 27% of crops are destroyed annually due to damage by pathogenic organisms, as a result of which agricultural producers incur losses and lose raw materials. Particular attention is paid to the role of humates as natural elicitors and adaptogens that increase plant resistance to abiotic and biotic stresses, including drought, salinity, and pesticide load. This is achieved due to their capacity for polydispersity, chemical heterogeneity, amphiphilicity, and the absence of a strict stoichiometric composition. Humic substances accelerate the decomposition of plant residues, which makes it possible to ensure biomass growth and improve the technological characteristics of the harvest. The work systematizes data from Russian and foreign studies. Key technological aspects of the application of these substances as standalone biostimulants and as part of organomineral complexes, as well as in combination with bacterial preparations, are analyzed. The work examines substrates that include peat, brown coal, leonardite, and vermicompost (such as Gumi M, Ultragumat, Gumat Rost, “Harmoniya”, “Plodorodie”, “BIO-Don”, and others). Although a list of approved biological preparations exists in our country, it has temporal and spatial limitations in use. Given the diversity of tasks addressed by biopesticides, there is a shortage of agents that meet the specific ecological conditions

of agrocenoses and the specific features of agricultural practices in different regions. Based on the analysis conducted, promising vectors for further research are identified, aimed at optimizing the biotechnological parameters of the application of humic substances to ensure environmental safety and the sustainable development of the agro-industrial complex.

Biotechnologies, humic preparations, greening, humates, ecology.

REFERENCES

- Amsheev G.N., Korzinnikov YU.S. (2004). Treatment of wheat seeds with growth regulators and mineral fertilizers. *Plodorodie*, 6, 19 (in Russian).
- Bogomazov S.V., Simonyan M.A., Tkachuk O.A. et al. (2017). The photosynthetic potential and yield of spring wheat agrocenoses depending on the systems of primary soil tillage and humic fertilizers. *Niva Povolzh'ya*, 4(45), 23–29 (in Russian).
- Bortnik T.Yu. (2011). The effectiveness of using humic preparations in a forage crop rotation system on sod-podzolic soils in the Middle Urals. *Vestnik Izhevskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 4(29), 13–15 (in Russian).
- Chebotar V.K., Zavalin A.A., Aritkin A.G. (2017). *Biomodified Mineral Fertilizers: Efficiency Use and Mode of Action*. Saarbrücken: LAP LAMBERT.
- Cherdakova A.S., Gal'chenko S.V., Egorova S.A. (2024). The role of humic preparations in restoring the ecological state of contaminated soils. In: *Ekologicheskie problemy regiona i puti ikh resheniya: materialy XVIII Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Environmental Problems of the Region and Ways to Solve Them: Materials of the 18th All-Russian Scientific and Practical Conference]. Omsk (in Russian).
- Drepa E.B., Pshenichnyi R.N., Mukhina O.V., Drepa D.A. (2024). The impact of biopreparations and microfertilizers as part of the technology on the productivity of winter wheat. *Agrarnyi vestnik Severnogo Kavkaza*, 1(53), 37–42. DOI: 10.31279/2949-4796-2024-1-53-37-42 (in Russian).
- Fatkhutdinova R.A., Bezrukova M.V., Lubyanova A.R. et al. (2008). The effect of “Gumi-M” on wheat's resistance to the toxic effects of cadmium. *Agrokhimicheskii vestnik*, 3, 33–35 (in Russian).
- Gal'chenko S.V., Cherdakova A.S. (2024). Experimental assessment of the protective properties of humic preparation in relation to cultivated plants under conditions of salt stress. *Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*, 32(1), 16–31. DOI: 10.22363/2313-2310-2024-32-1-16-31 (in Russian).
- Grekhova I.V. (2015) A humic preparation made from lowland peat. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*, 1, 85–88 (in Russian).
- Kalitka V.V., Zolotukhina Z.V. (2011). The use of comprehensive anti-stress preparations to improve the quality of winter wheat food grain. In: *Fitogormony, guminovye veshchestva i drugie bioratsional'nye pestitsidy v sel'skom khozyaistve: materialy 7-i mezhdunarodnaya konferentsiya* [Phytohormones, Humic Substances and Other Bioregulatory Pesticides in Agriculture: Materials of the 7th International Conference]. Minsk (in Russian).
- Kartashev S.S., Bezuglova O.S. (2024). The effect of potassium humate and the humic preparation “BIO-Don” on the nitrogen regime of ordinary chernozem under pea crops. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Severo-Kavkazskii region. Estestvennye nauki*, 2(222), 100–112. DOI: 10.18522/1026-2237-2024-2-100-112 (in Russian).
- Khusainov Kh.A., Tuntaev F.D., Elmurzaeva F.D. (2025). Integration of bioresources into crop production: Brief overview. *Novye tekhnologii*, 21(4), 219–231 (in Russian).
- Kravets A.V., Kasimova L.V., Frolova E.V. et al. (2006). A complex plant growth stimulant made from peat. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 7(167), 5–9 (in Russian).
- Kravets A.V., Kasimova L.V., Frolova E.V. et al. (2007). A complex plant growth stimulant based on peat and microelements. *Plodorodie*, 5(38), 32–33 (in Russian).
- Kravets A.V., Minaeva O.M., Grekhova I.V. (2024). The use of the Rostok preparation to create a complex formulation containing *Pseudomonas extremorientalis* bacteria together with a fungicide for con-

- trolling pathogens causing seed-borne infections in wheat. *International Agricultural Journal*, 6(67), 1630–1648. DOI: 10.55186/25880209_2024_8_6_3 (in Russian).
- Kravets A.V., Minaeva O.M., Grekhova I.V. (2025). The possibility of using the humic preparation “Ros-tok” at a reduced concentration together with the bacteria *Pseudomonas extremorientalis* and a triazole-series seed treatment to control pathogens causing seed-borne infections in spring wheat. *Agroproduktov’stvennaya politika Rossii*, 4(117), 18–28. DOI: 10.35524/2227-0280_2025_04_18 (in Russian).
- Kravets A.V., Nikolaeva D.L., Zotikova A.P. (2014). The effect of pre-sowing treatment of seeds with a humic preparation derived from peat on the photosynthetic activity, structure, and quality of the spring wheat crop. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki*, 5(73), 46–52 (in Russian).
- Kravets A.V., Tereshchenko N.N., Proskurina L.D. (2010). A humic stimulant made from peat with multi-functional action. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 12, 40–43 (in Russian).
- Loginov Yu.P., Kazak A.A., Yashchenko S.N. (2026). The impact of biopreparations on the yield structure elements of spring soft wheat in the northern forest-steppe of the Tyumen Region. *Agroproduktov’stvennaya politika Rossii*, 2(121), 47–56. DOI: 10.35524/2227-0280_2026_02_47 (in Russian).
- Luchnik N.A., Khitrova V.I. (2010). The effect of the organic-mineral fertilizer humate “Plodorodie” on the yield and quality of spring wheat. *Agrokhimicheskii vestnik*, 5, 36–37 (in Russian).
- Medvedev N.A., Safin R.I. (2024). The impact of using various humic preparations on crop formation and the quality of grain-fodder barley. *Agrobiotekhnologii i tsifrovoe zemledelie*, 2(10), 18. DOI: 10.12737/2782-490X-2024-18-23 (in Russian).
- Morozovskii V.V., Nazarenko D.Yu., Strelkov V.D. (2008). The effect of the Gumi-20M fertilizer on the productivity and grain quality of winter wheat in the Krasnodar Territory. *Agrokhimicheskii vestnik*, 3, 38–40 (in Russian).
- Naimi O.I. (2018). The effect of the humic preparation BIO-Don on the growth and development of agricultural crops. *Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 1–1(27), 62–66 (in Russian).
- Nurgalieva R.V., Kil’dibekova A.R., Sakhabutdinova et al. (2006). The effect of “Gumi-M” on the hormonal status of wheat plants under salinity conditions. *Agrokhimiya*, 8, 25–29 (in Russian).
- Orlova I.G., Galushko N.A. (2007). Biologically active substances and mineral fertilizers increase the yield of winter wheat. *Zemledelie*, 5, 11–12 (in Russian).
- Pavlyushin V.A. (2025). Biological plant protection and increasing the competitiveness of crop production in intensive crop farming, protected cultivation, and organic farming. *AgroEkoInzheneriya*, 4(125), 4–22 (in Russian).
- Rassokhina I.I., Sukhareva L.V., Platonov A.V. (2025). Assessment of the effect of the liquid humic preparation “Onega” on the growth and productivity indicators of barley. *Molochnokhozyaistvennyi vestnik*, 4(60), 55–67. DOI: 10.52231/2225-4269_2025_4_67 (in Russian).
- Shapoval O.A. (2004). Growth regulators and the formation of the leaf apparatus of winter wheat. *Plodorodie*, 6, 14–15 (in Russian).
- Shushkevich G.P., Bosak V.N., Sokolov O.A. (2025). The effectiveness of using the humic fertilizer Humat Rost in agrobiocenoses. *Vestnik tekhnosfernoi bezopasnosti i sel’skogo razvitiya*, 4(43), 16–20 (in Russian).
- Sinyavskii I.V., Sinyavskaya T.A. (2025). Experience in using humic preparations on tomatoes under conditions of extended rotation in winter greenhouses. *Epokha nauki*, 41, 10–16. DOI: 10.24412/2409-3203-2025-41-10-16 (in Russian).
- Sorokin I.B., Titova E.V., Kalinichenko M.S. (2008). The effectiveness of new plant growth stimulants derived from peat in the conditions of Western Siberia. *Sibirskii vestnik sel’skokhozyaistvennoi nauki*, 6, 5–11 (in Russian).
- Sukhareva L.V., Rassokhina I.I., Platonov A.V. (2025). The combined effect of the liquid humic preparation “Onega” and the microbial preparation “Natuorst” on the growth of spring barley. *Vestnik IrGSKHA*, 131, 83–92. DOI: 10.51215/1999-3765-2025-131-83-92 (in Russian).

- Tereshchenko N.N. (2007). Bacterial fertilizers: Problems and prospects for application. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 7(175), 14–20 (in Russian).
- Vinogradova V.S., Khitrova V.I., Goloktionov I.I. (2025). Humic complexes in agrophytocenoses of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2, 32–43 (in Russian).
- Zotikov V.I., Erokhin A.I., Barbashov M.V. (2011). The effectiveness of using “FlorHumate” universal on seeds and vegetating plants. *Zemledelie*, 8, 44–45 (in Russian).

Information about the authors

Mariya M. Kuznetsova – Junior Researcher, Vologda Research Center, Russian Academy of Sciences (56A, Gorky Street, Vologda, 160014, Russian Federation; e-mail: 137lidia@gmail.com)

Lyubov' V. Sukhareva – Researcher, Vologda Research Center, Russian Academy of Sciences (56A, Gorky Street, Vologda, 160014, Russian Federation; e-mail: Lyubov.suxareva@yandex.ru)