

К ВОПРОСУ О СТИМУЛЯЦИИ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН С НЕГЛУБОКИМ ПОКОЕМ

Г.Н. ФЕДОТОВ, *ст. научн. сотр. Института экологического почвоведения МГУ*

им. М.В. Ломоносова, д-р биол. наук ⁽¹⁾,

М.Ф. ФЕДОТОВА, *научный сотрудник НИЧ МГУЛ* ⁽²⁾,

В.С. ШАЛАЕВ, *директор Института системных исследований леса МГУЛ, д-р техн. наук* ⁽²⁾,

Ю.П. БАТЫРЕВ, *доц. каф. УТС МГУЛ, канд. техн. наук* ⁽²⁾

gennadiy.fedotov@gmail.com, shalaev@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»
119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, Институт экологического почвоведения, МГУ

⁽²⁾ ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д. 1, МГУЛ

Попытки использования различных препаратов для стимуляции прорастания семян предпринимались в течение многих десятилетий. Особое внимание обращалось на вещества, являющиеся компонентами биохимических реакций, протекающих при прорастании семян: аминокислоты, витамины, сахара, микроэлементы и т. д. Представляло большой интерес оценить возможное стимулирующее влияние некоторых из этих веществ с использованием применяемой в работе экспресс-методики – определение за сутки при прорастании семян выделяющейся углекислоты. На основе этой методики в работе также представлены данные по изучению влияния различных комплексных стимуляторов на прорастание семян с неглубоким покоем. Показано, что использование для стимуляции прорастания семян индивидуальных веществ и смесей из них не позволяет добиться значимого результата, по-видимому, из-за невозможности полного воспроизведения состава компонентов в клетках прорастающего семени. При этом использование продуктов биохимических производств, содержащих комплекс подобных веществ, приводит к заметному улучшению биологической активности. Установлено, что применение стимуляторов прорастания семян совместно с фунгицидами также приводит к значительному усилению эффекта стимуляции. Обнаружено, что почвенные растворы оказывают значительное стимулирующее действие на прорастание семян пшеницы, причем их совместное действие со стимулятором прорастания «Фертигрейн старт» приводит к появлению синергизма. В результате, эффект стимуляции возрастает почти до 50 %.

Ключевые слова: стимуляция прорастания семян, биологически активные вещества, экспресс-методика, урожайность, посевные качества семян, скорость прорастания и роста, препарат-стимулятор.

Для улучшения посевных качеств семян, определяющих урожайность сельскохозяйственных и лесохозяйственных культур, большое значение имеют совершенствование семеноводства, перевод его на промышленную основу, внедрение новых средств защиты культурных растений.

Одним из методов повышения посевных качеств семян является их стимулирующая обработка физическими воздействиями [4, 6, 7–10, 12, 21–23] или биологически активными препаратами [1–3, 5, 11, 13–15, 18–20, 22, 23, 25, 27–35]. Наряду с увеличением урожая в результате предпосевной обработки были зафиксированы факторы повышения сахаристости, содержания крахмала и белка, витаминов, эфирных масел и т. д. Удельное содержание указанных веществ по своему абсолютному значению не выходит за пределы генотипических возможностей сорта, и в данном случае можно говорить о мобилизации

потенциальных возможностей конкретного сорта в условиях производства.

Использование предпосевной обработки семян является одним из самых дешевых и перспективных приемов повышения урожайности растений. Поиск путей улучшения качества семян оправдан, поскольку их предпосевная обработка во многих случаях не требует больших затрат, доступна для осуществления и может быть высокоэффективной.

При предпосевной обработке начальные процессы прорастания протекают интенсивнее. Особенно это сказывается на развитии корневой системы. Зародышевые корни быстро входят в контакт с фронтом почвенной влаги и по мере роста растений не отрываются от него. У необработанных семян прорастание задерживается и протекает недружно. Это приводит к тому, что медленно растущие корни могут оторваться от фронта влаги и потерять возможность нормально обеспечивать растения водой [9].

Однако предпосевная обработка семян растворами биологически активных препаратов (БАП) с целью повышения их посевных качеств, несмотря на эффективность, все же пока не нашла широкого применения в реальном производстве. По-видимому, основной причиной, ограничивающей внедрение, является вероятностный характер получения результатов, так как эффект от применения стимуляторов зависит от погодных условий и качества обрабатываемых семян. При климатических условиях, близких к идеальным, для прорастания семян и роста растений, например при отсутствии дефицита влаги, предпосевная обработка семян стимуляторами не дает результата. Также малоэффективна обработка на высококачественных семенах, когда улучшить их посевные качества уже невозможно. Все это заставляет работников сельского и лесного хозяйства уделять основное внимание более надежным приемам повышения урожайности.

Целями работы были сравнение применения ряда стимуляторов и оценка эффективности их влияния на прорастание семян в условиях, близких к реальным почвенным условиям.

Материалы и методы исследования

В работе в качестве объектов исследования использовали семена с неглубоким покосом [15] – яровой пшеницы сорта «Эстер», озимой пшеницы сорта «Московская 39» и экспериментальный образец озимой пшеницы ФГБНУ ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова сорт «Л-15 № 222».

Предпосевную обработку семян проводили полусухим способом на модели промышленно применяемого протравителя семян при расходе раствора 20 л на тонну семян.

Изучали действие ряда известных препаратов-стимуляторов («Альбит», «Наногро», «Регоплант», «Фертигрейн старт») [3, 13, 20], фунгицидов («Тебу 60» и «Раксил ультра»), а также ряда веществ и почвенных растворов.

Из веществ использовали:

- аланин;
- глутаминовую кислоту;
- аминокислотную смесь состава и концентрации, применяемую в препарате «Фертигрейн старт» (АКС № 1);

– аминокислотную смесь по Царевой [26] (АКС № 2);

– аминокислотную смесь, соответствующую по составу и содержанию аминокислот амилазе (АКС № 3);

– витамин С;

– витамин РР (В₃);

– пиридоксин – витамин В₆;

– аденозинтрифосфат (АТФ);

– поливитамин, содержащий в 1 мл витамин Е – 20 мг; витамин В₁ – 10 мг; витамин В₂ – 5 мг; витамин В₆ – 3 мг; витамин В₁₂ – 50 мг; никотинамид – 35 мг; пантотенол – 25 мг (РПВ);

– сахарозу;

– глюкозу;

– фруктозу;

– парааминобензойную кислоту (ПАБК);

– удобрение – кристалон цветочный, содержащее (%): N_{общий} – 18,4; Р – 5,4; К – 22,6; Mg – 3; S – 7; Fe – 0,07; Mn – 0,04; B – 0,025; Cu – 0,01; Mo – 0,004; Zn – 0,025

– калий дигидроортофосфат;

– ПАВ – Tween 60;

– гумат калия (натрия), произведенный ООО НВЦ «Агротехнологии» из бурого угля (гумат);

– гумат калия (натрия), произведенный ООО НВЦ «Агротехнологии» из бурого угля, активированный кипячением в течение 1 часа в растворе изопропилового спирта, содержащего 8 % воды (АГ).

Некоторые из этих веществ принимают участие в биохимических процессах прорастания семян [17, 24], другие могли обладать биологической активностью. Применяли как растворы отдельных веществ, так и их смеси, подбирая оптимальные концентрации.

Для выделения почвенных растворов в почвы добавляли при перемешивании дистиллированную воду, доводя их до пастообразного состояния. Давали сутки постоять. После этого почвенные растворы отделяли центрифугированием.

Были изучены почвенные растворы, выделенные из:

- верхних горизонтов дерново-подзолистых почв (неокультуренная, средне-окультуренная и окультуренная) из окрестностей поймы р. Яхромы;

- древесного, травяного и гипнового торфов из поймы р. Яхромы;
- Воронежского выщелоченного чернозема.

Эффективность обработки оценивали по интенсивности выделения углекислоты [16] при контакте семян с водой или растворами, имитирующими наличие при прорастании семян стресс-факторов [2, 11, 18, 27–29]. Для имитации засоления использовали 1 % раствор хлорида натрия, а для имитации недостатка влаги – 5 % раствор полиэтиленгликоля (ПЭГ).

Эксперименты проводили, помещая 5 г семян в 2 стаканчика объемом 100 мл, засыпая их 20 г отмытого сухого песка, добавляя 5 г воды (растворов). После этого стаканчики с семенами ставили в емкость объемом 3 литра, которую герметично закрывали. Емкости термостатировали при температуре 25°C. Через 24 часа проводили измерение концентрации углекислоты в емкостях и пересчитывали количество углекислоты, выделившейся на одну зерновку. Опыты проводили в 7-кратной повторности. Ошибка не превышала 5 %.

Данная методика обладала чрезвычайно высокой производительностью, позволяя исследовать в опыте 1000–1500 семян, что резко уменьшало ошибку эксперимента, связанную с разнокачественностью семян.

Разнокачественность семян бывает нескольких видов. Матриакальная разнокачественность связана, во-первых, с неоднородностью по качеству семян в колосьях. В центральной части колоса располагаются более сильные семена по сравнению с верхней и нижней частями колоса. Во-вторых, у зерновых культур имеются колосья 1-го, 2-го и более высоких порядков. Наиболее сильные семена находятся в колосьях 1-го порядка [22]. На все на это накладывается разнокачественность, связанная с неоднородностью почвенного покрова на поле, где идет сбор урожая. В бункере комбайна семена перемешиваются, но работа с малым количеством семян ведет к большим ошибкам.

При изучении биологической активности веществ, принимающих участие в биохимических процессах прорастания семян, их растворы добавляли в стаканчики вместо

воды. Аналогичным образом определяли биологическую активность почвенных растворов.

Измерение концентрации углекислоты проводили при помощи прибора «Testo 535», который позволяет определять концентрацию углекислого газа в газовой смеси при содержании 0-9999 ppm.

Результаты и обсуждение

На первом этапе работы была проведена проверка эффективности использования различных применяемых в сельском хозяйстве для обработки семян биологически активных препаратов в условиях, близких к оптимальным, а также в условиях, имитирующих в почвах засоление и недостаток влаги (табл. 1).

Из полученных данных следует, что обработка семян препаратами «Наногро», «Альбит» и «Регоплант» в пределах ошибки эксперимента не оказывает значимого влияния на повышение активности биохимических процессов на начальной стадии прорастания семян. То есть при их применении на этих конкретных семенах эффективность крайне мала.

При использовании препарата «Фертигройн старт» наблюдается наличие заметного стимулирующего эффекта, который выше для условий, близких к оптимальным (вода), но замечен также для условий, имитирующих засоление и недостаток влаги (табл. 1).

Из представленных результатов следует, что более точные данные при проверке эффективности действия препаратов-стимуляторов можно получить, проводя изучение действия препаратов в условиях, близких к оптимальным.

Для сравнения эффективности применения препаратов-стимуляторов на разных сортах пшеницы использовали препарат «Фертигройн старт».

Из полученных данных (табл. 2) хорошо видно, что результат действия препарата зависит от свойств семян.

Чем ниже активность биохимических процессов на начальной стадии прорастания семян, тем выше эффект от применения препарата-стимулятора. Это совпадает с литературными данными, так как уже было отмечено [9], что стимулирующее влияние препаратов

Т а б л и ц а 1

Активность биохимических процессов на начальной стадии прорастания семян озимой пшеницы сорта «Экспериментальная», обработанных используемыми в сельском хозяйстве БАП при различных условиях
The activity of biochemical processes at the initial stage of germination of «Experimental» winter wheat variety, fertilized in various conditions by different BAPs used in agriculture

Препарат	Количество CO ₂ , мг × 10 ³ на одну зерновку		
	Вода	1 % раствор NaCl	5 % раствор ПЭГ
Контроль (вода)	165±5	104±4	116±5
Наногро	162±7	109±3	113±5
Альбит	164±7	108±5	119±5
Регоплант	168±8	106±3	118±5
Фертигрейн старт	204±7 (24 %)	116±4 (11,5 %)	134±4 (15,5 %)

Т а б л и ц а 2

Влияние обработки препаратом-стимулятором «Фертигрейн старт» на активность биохимических процессов на начальной стадии прорастания семян пшеницы
The effect of fertilizing with «Fertigreyn start» stimulant preparation on the activity of biochemical processes at the initial stage of germination of seeds of «Experimental» winter wheat variety

Культура, сорт	Препарат	Количество CO ₂ , мг × 10 ³ на одну зерновку
Озимая пшеница сорта «Экспериментальная»	Вода	165±5
	Фертигрейн старт	204±7 (24 %)
Озимая пшеница сорта «Московская 39»	Вода	200±8
	Фертигрейн старт	215±7 (7,5 %)
Яровая пшеница сорта «Эстер»	Вода	204±9
	Фертигрейн старт	218±8 (6,5 %)
Яровая пшеница сорта «Злата»	Вода	290±10
	Фертигрейн старт	288±12 (0 %)

зависит от состояния семян – практически не проявляется на сильных и слабых семенах, но оказывает максимальное стимулирующее действие на семенах средних по качеству.

Таким образом, эффективность обработки стимулятором одних семян пшеницы не гарантирует такой же успех от его применения на других семенах. Из последнего можно сделать вывод, что перед посевом в хозяйствах следует проводить проверку использования препаратов на конкретных семенах.

Кроме того, следует отметить, что при разработке новых препаратов-стимуляторов проверку следует проводить на семенах среднего уровня, так как проявляющиеся эффекты на них максимальны и заметно превышают ошибку эксперимента.

В связи с вышеизложенным все дальнейшие исследования были проведены на наиболее отзывчивых на действие стимуляторов

семенах озимой пшеницы сорта «Экспериментальная» в условиях, близких к оптимальным.

По технологии, принятой в сельском хозяйстве, перед посевом проводят протравливание семян фунгицидами, обработку семян препаратами-стимуляторами, как правило, совмещают с протравливанием. Поэтому с технологической точки зрения чрезвычайно важен вопрос совместимости фунгицидов с препаратами-стимуляторами и сохранения эффективности действия последних.

Из полученных данных по изучению совместного с фунгицидами действия препарата «Фертигрейн старт» видно (табл. 3), что обработка одними фунгицидами не оказывает стимулирующего действия на прорастание семян. Можно даже говорить о наличии тенденции к угнетению биохимических процессов. Применение препарата-стимулятора «Фертигрейн старт» совместно с фунгицида-

Влияние обработки препаратами-стимуляторами совместно с фунгицидами на активность биохимических процессов на начальной стадии прорастания семян озимой пшеницы сорта «Экспериментальная»

The effect of fertilizing with stimulant preparations together with fungicides on the activity of biochemical processes at the initial stage of germination of seeds of «Experimental» winter wheat variety

Препарат	Количество CO ₂ , мг × 10 ³ на одну зерновку (стимуляция, %)
Вода	165±5
Фертигрейн старт	204±7 (24 %)
Тебу 60	158±8
Раксил ультра	162±7
Фертигрейн старт + Тебу 60	226±10 (37 %)
Фертигрейн старт + Раксил ультра	230±11 (39 %)

ми «Тебу 60» и «Раксил ультра» показало, что происходит значительное повышение активности биохимических процессов на начальной стадии прорастания семян – от 24 % (обработка одним стимулятором) до 35–40 %.

Проанализируем эти результаты. Детальный состав и технология получения препарата «Фертигрейн старт» неизвестны, но фирма-изготовитель сообщает о наличии в составе препарата свободных аминокислот. Можно предположить, что биологически активные вещества, содержащиеся в препарате (включая аминокислоты), оказывают стимулирующее влияние не только на семена, но и на грибную микрофлору, которая на этих семенах может находиться. Развитие микрофлоры, по-видимому, угнетает прорастание семян. Использование стимуляторов совместно с фунгицидами приводит к замедлению развития микрофлоры и предотвращает угнетающее воздействие развивающихся грибов. В результате эффект стимуляции прорастания семян при обработке препаратом «Фертигрейн старт» совместно с фунгицидами заметно возрастает.

Попытки использования различных препаратов для стимуляции прорастания семян предпринимались, как было отмечено выше, в течение многих десятилетий [1–3, 5, 11, 13–15, 18–20, 22, 23, 25, 27–35]. Особое внимание обращали на вещества, являющиеся компонентами биохимических реакций, протекающих при прорастании семян: аминокислоты, витамины, сахара, микроэлементы и т. д. Представляло большой интерес оценить возможное стимулирующее влияние некото-

рых из этих веществ с использованием применяемой в работе экспресс-методики.

Из полученных данных (табл. 4) следует, что значимого эффекта, приближающегося к стимулирующей активности препарата «Фертигрейн старт», добиться не удалось. Во всех случаях прорастание ускоряется максимум на 5–10 %.

На первый взгляд, данный результат является довольно неожиданным, так как в семена доставляются вещества, образующиеся и участвующие в биохимических реакциях, протекающих при прорастании семян. Однако более внимательное рассмотрение вопроса позволяет понять причину неудач. При прорастании семян протекает множество последовательно-параллельных биохимических реакций, в которых одновременно участвуют сотни компонентов в различных соотношениях [17, 24]. В этих условиях повышение концентрации одного или нескольких компонентов не может значимо ускорить весь комплекс протекающих реакций.

Это становится очевидно при рассмотрении модельной последовательной реакции, в которой на первой стадии взаимодействуют два компонента. Повышение концентрации одного из них не приведет к росту количества продукта, который участвует во второй стадии реакции, ускорится лишь время его появления. В результате общая реакция значимо ускоряться не будет. Причем увеличение количества стадий общей реакции должно приводить к снижению эффекта.

Таким образом, путь использования отдельных компонентов биохимических ре-

Влияние обработки различными веществами и их смесями на активность биохимических процессов на начальной стадии прорастания семян озимой пшеницы сорта «Экспериментальная»

The effect of fertilizing with various substances and mixtures on the activity of biochemical processes at the initial stage of germination of seeds of «Experimental» winter wheat variety

Препарат	Оптимальная концентрация, мг/л	Количество CO ₂ , мг × 10 ³ на одну зерновку (стимуляция, %)
Вода	-	165±5
Аланин	32	175±7 (6 %)
Глутаминовая кислота	22-45	165±7
АКС № 1	500	167±7
АКС № 2	120	163±6
АКС № 3	65	171±7 (3,5 %)
Гумат	50-100	172±8 (4 %)
АГ	60	181±8 (10 %)
Кристалон	250-500	180±6 (9 %)
КН ₂ РO ₄	25-150	169±8
Кристалон + АКС № 1	400 + 500	178±7 (8 %)
Аланин + Кристалон	32 + 400	166±5
Кристалон + АКС № 2	400 + 120	172±7 (4 %)
Кристалон + АГ	400 + 50	181±8 (10 %)
ПАБК	10-50	162±8
Tween 60	0,1-3,2	165±6
Витамин С	50	167±8
Витамин С + Аланин + АГ	50 + 32 + 60	175±8 (6 %)
Витамин РР	5	163±7
Витамин РР + Аланин + АГ	5 + 32 + 60	165±8
АТФ	5	167±7
АТФ + Аланин + АГ	5 + 32 + 60	169±6
Витамин В ₆	5	172±7 (4 %)
Витамин В ₆ + Аланин + АГ	5 + 32 + 60	165±6
РПВ	375	178±8 (8 %)
РПВ + Кристалон + Витамин С	375 + 400 + 10	173±6 (5 %)
РПВ + Кристалон + АГ	375 + 400 + 50	177±5 (7 %)
РПВ + Кристалон + АГ + АТФ	375 + 400 + 50 + 100	166±7
РПВ + Кристалон + АГ + АКС № 3	375 + 400 + 50 + 65	176±8 (7 %)
Сахароза	100-500	169±7
Глюкоза	100-500	165±8
Фруктоза	100-500	167±6
РПВ + АКС № 3 + сахароза	375 + 65 + 100	177±8 (7 %)
РПВ + АКС № 3 + глюкоза	375 + 65 + 100	170±6
РПВ + АКС № 3 + фруктоза	375 + 65 + 100	167±6

акций с целью поиска триггера стимуляции прорастания семян может быть бесперспективным, так как для ускорения процесса необходимо повышение концентраций всего комплекса веществ, участвующих в биохимических реакциях процесса прорастания семян. Можно предположить, что именно поэтому произошел переход от обработки отдельными веществами стимуляторами к использованию продуктов биохимических производств, ко-

торые содержат подобный комплекс веществ в сходном соотношении (во всех клетках содержатся аминокислоты, ферменты, углеводы, АТФ, РНК, ДНК и т. д.; создать искусственно подобные смеси из отдельных веществ чрезвычайно сложно и дорого, поэтому путь разрушения клеток, выделения в раствор их содержимого с последующей модификацией раствора отдельными компонентами выглядит как весьма перспективное направление). Яр-

кими примерами подобного подхода являются препараты «Фертигрейн старт», «Альбит» и «Регоплант».

АКС – аминокислотная смесь, АГ – активированный гумат, ПАБК – парааминобензойная кислота, АТФ – аденозинтрифосфат, РПВ – раствор поливитаминов.

Следует остановиться еще на одной важной особенности полученных данных (табл. 4). В ряде случаев эффект от действия отдельных веществ исчезает или заметно снижается при использовании их в смеси с другими веществами. Это хорошо заметно, например, для растворов, содержащих Кристалон с АКС № 2 или Кристалон, РПВ и витамин С. Практически во всех случаях в растворах смесей веществ эффект ухудшается по сравнению с действием наиболее эффективного компонента (табл. 4).

В связи с тем, что семена, обработанные стимуляторами, попадая в почвы, контактируют с почвенными растворами, трудно ожидать, что получение данных по использованию стимуляторов в условиях, близких к оптимальным, позволит давать корректные прогнозы на эффективность применения препаратов-стимуляторов в реальных условиях – на конкретных почвах. Связано это с тем, что почвенные растворы, с которыми контактируют семена, имеют сложный состав, и заранее предсказать их влияние на БАП и, как следствие, на прорастание семян практически невозможно.

В связи с этим было проведено изучение влияния почвенных растворов, выделенных из различных почв, на прорастание необработанных семян (табл. 5) и семян, обработанных стимулятором «Фертигрейн старт» (табл. 6).

Оказалось совершенно неожиданным (неожиданность стимуляции прорастания семян почвенными растворами связана с хорошо известной пониженной полевой всхожестью семян в почвах по сравнению с лабораторной всхожестью [22]), что большинство почвенных растворов стимулируют прорастание семян. Наблюдаются весьма значительные положительные эффекты, сравнимые с использованием препаратов-стимуляторов (табл. 5).

Особенно велики эти эффекты оказались для черноземов (17 % и 19,4 %) и для ни-

зинных древесного и травяного торфов (12 % и 14,5 %).

Для дерново-подзолистых почв стимулирующие эффекты заметно ниже. При этом следует отметить, что эффект максимален для неокультуренной дерново-подзолистой почвы. Для окультуренной (огородной) дерново-подзолистой почвы наблюдается даже некоторое угнетение, которое может быть связано с ее загрязнением. Обращает на себя внимание (табл. 5), что разбавление выделенного почвенного раствора в некоторых случаях уменьшает эффект, а иногда его значительно увеличивает.

Все это позволяет предположить, что стимуляция прорастания семян почвенными растворами связана с наличием в них БАВ. Подобное предположение основывается, во-первых, на том, что почвенный раствор из неокультуренной дерново-подзолистой почвы имеет самую высокую стимулирующую активность из почв этого типа. При этом хорошо известно, что концентрации элементов питания растений и гумусовых веществ в этом растворе самая низкая. Во-вторых, только для БАВ характерно подобное влияние уменьшения концентрации раствора. Когда разбавление приводит к заметному увеличению эффекта – возрастание эффекта (с 7,9 % до 19,4 %) при снижении концентрации раствора в 2 раза, наблюдаемое для почвенных растворов из чернозема.

Следует отметить, что наличие БАВ в почвенных растворах ранее уже изучали [26], определяя содержание веществ, способных стимулировать семена и растения, и оценивая их биологическую активность. Поэтому высказанные предположения о возможном нахождении БАВ в почвенных растворах и объяснение полученных результатов с этих позиций не противоречат литературным данным.

В связи с представленными выше результатами возникает вопрос о возможности эффективного применения для обработки семян препаратов-стимуляторов. Если стимуляция семян осуществляется одними и теми же БАВ, содержащимися в почвенных растворах и в препаратах-стимуляторах, то трудно ожидать эффективного действия на семена подобных препаратов в реальных условиях.

Т а б л и ц а 5

Влияние почвенных растворов на активность биохимических процессов на начальной стадии прорастания семян озимой пшеницы сорта «Экспериментальная»
The effect of soil solutions on the activity of biochemical processes at the initial stage of germination of seeds of «Experimental» winter wheat variety

Препарат	Количество CO ₂ , мг ×10 ³ на одну зерновку (стимуляция, %)
Вода	165±5
Почвенный раствор из чернозема, слой 10-15 см	193±8 (17 %)
Почвенный раствор из чернозема, слой, 20-25 см	178±7 (7,9 %)
Почвенный раствор из чернозема, слой 20-25 см, разбавленный в 2 раза	197±9 (19,4 %)
Почвенный раствор из неокультуренной дерново-подзолистой почвы	180±8 (8,3 %)
Почвенный раствор из среднеокультуренной дерново-подзолистой почвы	175±5 (6,1 %)
Почвенный раствор из окультуренной дерново-подзолистой почвы	152±7 (-7,9 %)
Почвенный раствор из окультуренной дерново-подзолистой почвы, разбавленный в 2 раза	152±6 (-7,9 %)
Почвенный раствор из низинного древесного торфа	185±9 (12,1 %)
Почвенный раствор, слой из низинного древесного торфа, разбавленный в 2 раза	178±8 (7,9 %)
Почвенный раствор из низинного травяного торфа	188±9 (13,9 %)
Почвенный раствор из низинного травяного торфа, разбавленный в 2 раза	194±7 (14,9 %)
Почвенный раствор из низинного гипнового торфа	172±8 (4,2 %)
Почвенный раствор из низинного гипнового торфа, разбавленный в 2 раза	168±6 (1,8 %)

Т а б л и ц а 6

Влияние почвенных растворов на активность биохимических процессов на начальной стадии прорастания семян озимой пшеницы сорта «Экспериментальная», обработанных стимулятором «Фертигрейн старт»
The effect of soil solutions on the activity of biochemical processes at the initial stage of germination of seeds of «Experimental» winter wheat variety, fertilized with «Fertigreyn start» stimulant

Используемая жидкость	Наличие обработки семян препаратом	Количество CO ₂ , мг ×10 ³ на одну зерновку (усиление эффекта, %)
Вода	нет	165±5
	Фертигрейн старт	204±7 (24 %)
Почвенный раствор из чернозема, слой 10–15 см	нет	193±8 (17 %)
	Фертигрейн старт	244±10 (17 % +24 % / 48 %)
Почвенный раствор из дерново-подзолистой почвы	нет	175±5 (6 %)
	Фертигрейн старт	239±11 (6 % +24 % / 45 %)

Однако проведенная проверка с препаратом «Фертигрейн старт» и почвенными растворами, выделенными из чернозема и среднеокультуренной дерново-подзолистой почвы, показала, что эффективность использования «Фертигрейн старт» в условиях почвенных растворов заметно выше в сравнении с условиями модельного эксперимента (табл. 6).

Для изученных почв можно говорить о наличии синергизма стимуляции при использовании препарата «Фертигрейн старт». Из полученных данных хорошо видно, что эффект стимуляции семян препаратом «Фертигрейн старт»

на воде составляет 24 %, а эффект стимуляции почвенным раствором из чернозема (17 %) и дерново-подзолистой почвы (6 %). Суммарный эффект для чернозема должен был бы составлять 41 %, а для дерново-подзолистой почвы – 30 %, а составляют 48 % и 45 % соответственно.

Наличие синергизма в стимуляции активности биохимических процессов на начальной стадии прорастания семян свидетельствует, что БАВ, оказывающие стимулирующие воздействия на семена, в препарате «Фертигрейн старт» и почвенных растворах различны и способны усиливать действие друг

друга. Из этих данных можно также сделать вывод, что достижимый эффект стимуляции может достигать почти 50 %.

Среди изученных, промышленно выпускаемых и используемых в сельском хозяйстве препаратов наибольшую эффективность показал «Фертигрейн старт».

Выводы

1. Состояние семян оказывает значительное влияние на эффективность использования стимуляторов, которая уменьшается с улучшением качества семян.

2. Совместное применение стимуляторов прорастания семян с фунгицидами значительно усиливает действие стимуляторов.

3. Использование для стимуляции прорастания семян индивидуальных веществ и смесей из них не позволяет добиться значимого результата, по-видимому, из-за невозможности полного воспроизведения состава компонентов в клетках прорастающего семени.

4. Почвенные растворы оказывают значительное стимулирующее действие на прорастание семян пшеницы.

5. При использовании стимулятора «Фертигрейн старт» в условиях, близких к почвенным (на почвенных растворах), наблюдается синергизм в действии стимулятора и почвенного раствора.

6. Очевидна целесообразность использования полученных результатов и выводов для условий лесного хозяйства.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России, проект № 37.2486.2014/К.

Библиографический список

1. Аврамчук, Н.Г. Эффективность использования ПАБК для предпосевной обработки семян ярового ячменя / Н.Г. Аврамчук, Ю.И. Бигун, В.А. Дорошук, П.П. Дорошук // Сб. Химические мутагены и пара-аминобензойная кислота в повышении урожайности сельскохозяйственных культур. – М.: Наука, 1989. – С. 123–126.
2. Аксенова, Л.А. Влияние предпосевной обработки семян пшеницы поверхностно-активными веществами на их прорастание при неблагоприятных условиях / Л.А. Аксенова, Е.А. Зак, М.А. Бочарова, Н.Л. Клячко // Физиология растений. – 1990. – Т. 37. – № 5. – С. 1007–1014.
3. Алехин, В.Т. Альбит на зерновых культурах и сахарной свекле / В.Т. Алехин, В.Р. Сергеев, А.К. Злотников, Ю.В. Попов, Т.А. Рябинская, В.Ф. Рукин // Защита и карантин растений. – 2006. – № 6. – С. 26–27.

4. Алтухов, И.В. Взаимодействие ИК-излучения различных длин волн на семена пшеницы / И.В. Алтухов, В.А. Федотов // Ползуновский вестник. – 2011. – № 2/1. – С. 156–159.
5. Андрианова, Ю.Е. Влияние янтарной кислоты на урожай и качество сельскохозяйственных культур / Ю.Е. Андрианова, Н.И. Сафина, Н.Н. Максюткова, И.Г. Кадошникова // Агрохимия. – 1996. – № 8–9. – С. 117–122.
6. Белов, А.А. Радиобиология / А.А. Белов, В.А. Киршин, Н.П. Лысенко и др. – М.: Колос, 1999. – 384 с.
7. Веселова, Т.В. Изменение состояния семян при хранении, проращивании и под воздействием внешних факторов (ионизирующего излучения в малых дозах и других слабых воздействий), определяемое методом замедленной люминесценции: автореф. дисс. ... докт. биол. наук / Т.В. Веселова. – М.: МГУ, 2008. – 26 с.
8. Дворник, В.Я. Влияние предпосевной стимуляции семян на урожайность зерновых культур / В.Я. Дворник, В.П. Кавунец, В.И. Мищенко // Сб. научн. тр. Селекция, семеноводство и сортовая агротехника зерновых и кормовых культур. – Л.: Минсельхоз СССР, Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина, 1985. – С. 25–29.
9. Дмитриев, А.М. Стимуляция роста растений / А.М. Дмитриев, Л.К. Страшкевич; под ред. Н.Ф. Батыгина. – Мн.: Ураджай, 1986. – 118 с.
10. Игнатов, А. Лазер побеждает засуху и повышает урожайность сельскохозяйственных культур / А. Игнатов // ЛазерИнформ. – 2011. – № 1–2(448-449). – С. 4–7.
11. Кабузенко, С.Н. Влияние биологически активных веществ на прорастание семян и рост проростков культурных растений на фоне засоления / С.Н. Кабузенко, В.Г. Блохин, Н.И. Копылов // Сб. научн. тр. Регуляторы роста растений. – Л.: Минсельхоз СССР, Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина, Всесоюзный НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова, 1989. – С. 25–29.
12. Колесова, Т.К. Приемы повышения посевных качеств семян пшеницы: дисс. ... канд. с-х. наук / Т.К. Колесова. – Якутск, 2003. – 149 с.
13. Куркина, Ю.Н. Влияние препарата наногро на урожайность и качество зерна яровой пшеницы и ячменя / Ю.Н. Куркина, Р.О. Газманов, В.М. Кочетов // Научные ведомости. Серия: Естественные науки. – 2010. – № 9 (8). – Вып. 11. – С. 59–64.
14. Наумов, Г.Ф. Эффективность биологической стимуляции семян полевых культур / Г.Ф. Наумов, Л.Ф. Насонова, Л.В. Подоба // Сб. научн. тр. Теория и практика предпосевной обработки семян. – К.: ЮО ВАСХНИЛ, 1984. – С. 20–27.
15. Николаева, М.Г. Справочник по проращиванию покоящихся семян / М.Г. Николаева, М.В. Разумова, В.Н. Гладкова. – Л.: Наука, 1985. – 347 с.
16. Обручева, Н.В. Физиология инициации прорастания семян / Н.В. Обручева, О.В. Антипова // Физиология растений. – 1997. – Т. 44. – № 2. – С. 287–302.
17. Овчаров, К.Е. Физиология формирования и прорастания семян / К.Е. Овчаров. – М.: Колос, 1976. – 256 с.
18. Рахматуллина, С.Р. Влияние препарата рифтал на морфобиологические параметры проростков пшеницы при нормальном и дефицитном минеральном питании / С.Р. Рахматуллина, В.В. Федяев, Р.Ф. Талипов, З.Ф. Рахманкулова // Агрохимия. – 2007. – № 5. – С. 42–48.
19. Рогожин, В.В. Действие строфантина на прорастание семян / В.В. Рогожин, М.Е. Сабардахова, А.С. Попова // Известия ТСХА. – 1996. – Вып. 4. – С. 211–217.
20. Рябинская, Т.А. Полифункциональное действие препарата Альбит при предпосевной обработке семян яровой

- пшеницы / Т.А. Рябчинская, Г.Л. Харченко, Н.А. Саранцева, И.Ю. Бобрешова, А.К. Злотников // *Агрохимия*. – 2009. – № 10. – С. 39–47.
21. Савельев, В.А. Обработка семян УФ-лучами / В.А. Савельев // *Вестн. с.-х. науки*. – 1990. – № 3. – С. 133–135.
 22. Сечняк, Л.К. Экология семян пшеницы / Л.К. Сечняк, Н.А. Киндрок, О.К. Слюсаренко, В.Г. Иващенко, Е.Д. Кузнецов. – М.: Колос, 1983. – 349 с.
 23. Строна, И.Г. Допосевная и предпосевная обработка семян сельскохозяйственных культур / И.Г. Строна // *Сб. научн. тр. Теория и практика предпосевной обработки семян*. – К.: ЮО ВАСХНИЛ, 1984. – С. 5–16.
 24. Физиология и биохимия покоя и прорастания семян: перевод под редакцией М.Г. Николаевой и Н.В. Обручевой. – М.: Колос, 1982. – 495 с.
 25. Христева, Л.А. Эффективность применения физиологически активных гумусовых веществ для предпосевной обработки семян / Л.А. Христева, А.М. Галушка // *Сб. научн. тр. Теория и практика предпосевной обработки семян*. – К.: ЮО ВАСХНИЛ, 1984. – С. 16–20.
 26. Царева, Р.И. Химизм торфяной почвы и рост растений / Р.И. Царева. – Минск, Наука и техника, 1976. – 192 с.
 27. Чжан, Ш. Сероводород стимулирует прорастание семян пшеницы при осмотическом стрессе / Ш. Чжан, М.И. Ван, Л.Я. Ху, С.Ш. Ван, К.Д. Ху, Л.И. Бао, И.П. Ло // *Физиология растений*. – 2010. – Т. 57. – № 4. – С. 571–579.
 28. Шакирова, Ф.М. Влияние предобработки метилжасмонатом на устойчивость проростков пшеницы к солевому стрессу / Ф.М. Шакирова, А.Р. Сахабутдинова, Р.С. Ишдаветова, О.В. Ласточкина // *Агрохимия*. – 2010. – № 7. – С. 26–32.
 29. Широких, И.Г. Оценка Na-солей суммы тритерпеновых кислот *Abiessibrica* L. в качестве регулятора роста и стресспротектора яровой пшеницы / И.Г. Широких, Р.И. Абубакирова, Е.М. Карпова, А.В. Кучин // *Агрохимия*. – 2007. – № 1. – С. 52–56.
 30. Audi A.H. and Mukhtar F.B. Effect of pre-sowing hardening treatments using various plant growth substances on cowpea germination and seedling establishment // *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 2(2): 44-48.
 31. Laila K.M. Ali and Elbordiny M.M. Response of Wheat Plants to Potassium Humate Application // *Journal of Applied Sciences Research*, 5(9): 1202-1209, 2009.
 32. Lodhi A., Tahir S., Iqbal Z., Mahmood A., Akhtar M., Qureshi T.M., Yaqub M. and Naeem A. Characterization of commercial humic acid samples and their impact on growth of fungi and plants // *Soil Environ.* 32(1): 63-70, 2013.
 33. Patil R. Effect of potassium humate and deproteinised Juice (DPJ) on seed germination and seedling growth of wheat and jowar // *Annals of Biological Research*, 2010, 1(4), 148-151.
 34. Piccolo A., Celano G., and Pietramellara G. Effects of fractions of coal-derived humic substances on seed germination and growth of seedlings (*Lactuca sativa* and *Lycopersicon esculentum*) // *Biol Fertil Soils* (1993) 16:11-15.
 35. Szczepanek M., Wilczewski E. Effect of humic substances on germination of wheat and barley under laboratory conditions // *Acta Sci. Pol., Agricultura* 10(1) 2011, 79-86.

TO THE ISSUE OF STIMULATION OF GERMINATION OF SEED WITH SHALLOW DORMANCY

Fedotov G.N., (Lomonosov Moscow State University)⁽¹⁾; Fedotova M.F., (Moscow State Forest University)⁽²⁾; Shalaev V.S., (Moscow State Forest University)⁽²⁾; Batyrev Y.P., (Moscow State Forest University)⁽²⁾

gennadiy.fedotov@gmail.com, shalaev@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ Lomonosov Moscow State University (MSU) Institute of Ecology Soil Science, MSU, GSP-1, Leninskiye Gory, 1-12, 119991, Moscow, Russia,

⁽²⁾ Moscow State Forest University (MSFU), 1st Institutskaya st., 1, 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

The attempts to use various preparations to stimulate seed germination have been made for many decades. Special attention was paid to the substances that are the components of biochemical reactions which take place during seed germination: amino acids, vitamins, sugars, minerals etc. The issue of a great interest was to assess the possible stimulating effect of some of these substances. The express method was used, it was the calculation of carbon dioxide secreted per day during the germination. Based on this methodology, the paper also presents the data on the influence of various complex stimulators on the germination of seeds with shallow dormancy. It has been shown that the use of individual substances and mixtures from the seeds for the stimulation of germination does not help to achieve significant results, apparently due to the inability to completely reproduce the composition of the components in the cells of the germinating seed. At the same time the use of biochemical products, which contain the complex of such substances, leads to a significant improvement of biological activity. It has been proved that the use of seed germination stimulants together with fungicides also leads to significant enhancement of the stimulation effect. It has been found out that soil solutions have a significant stimulating effect on the germination of wheat seeds, and their joint action with the germination stimulator «Fertigrein starb» leads to the emergence of synergies. As a result, the effect of stimulation rises to almost 50 %.

Keywords: stimulation of seed germination, bioactive substances, express methods, productivity, sowing qualities of seeds, speed of germination and growth, stimulants.

References

1. Avramchuk N.G., Bigun Yu.I., Doroshchuk V.A., Doroshkevich P.P. *Effektivnost' ispol'zovaniya PABK dlya predposevnoy obrabotki semyan yarovogo yachmenya* [The effectiveness of the use of PABA for the treatment of seeds of spring barley] *Sb. Khimicheskie mutageny i para-aminobenzoynaya kislota v povyshenii urozhaynosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur*. Moscow: Nauka, 1989, pp. 123-126.
2. Aksenova L.A., Zak E.A., Bocharova M.A., Klyachko N.L. *Vliyanie predposevnoy obrabotki semyan pshenitsy poverkhnostno-aktivnymi veshchestvami na ikh prorastanie pri neblagopriyatnykh usloviyakh* [Effect of pre-sowing treatment of wheat surfactants on their germination under adverse conditions] *Fiziologiya rasteniy* [Vegetable physiology], 1990, T. 37, № 5, pp. 1007-1014.
3. Alekhin V.T., Sergeev V.R., Zlotnikov A.K., Popov Yu.V., Ryabchinskaya T.A., Rukin V.F. *Al'bit na zernovykh kul'turakh i sakharnoy svekle* [Albiteon cereals and sugar beet], *Zashchita i karantin rasteniy* [Plant Protection and Quarantine], 2006, № 6, pp. 26-27.
4. Altukhov I.V., Fedotov V.A. *Vzaimodeystvie IK-izlucheniya razlichnykh dlin voln na semena pshenitsy* [The interaction of IR radiation with different wavelengths on wheat seeds], *Polzunovskiy vestnik* [Polzunovskii bulletin], 2011, № 2/1, pp. 156-159.
5. Andrianova Yu.E., Safina N.I., Maksyutova N.N., Kadoshnikova I.G. *Vliyanie yantarnoy kisloty na urozhay i kachestvo sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Effect of succinic acid on the yield and quality of crops], *Agrokhiimiya* [Agricultural chemistry], 1996, № 8-9, pp. 117-122.
6. Belov A.A., Kirshin V.A., Lysenko N.P. i dr. *Radiobiologiya* [Radiobiology]. Moscow: Kolos, 1999. – 384 p.

7. Veselova T.V. *Izmenenie sostoyaniya semyan pri khraneni, prorashchivani i pod vozdeystviem vneshnikh faktorov (ioniziruyushchego izlucheniya v malyykh dozakh i drugikh slabo- i sredne-vozdeystviy), opredelyaemoe metodom zamedlennoy lyuminestsentsii* [Change of state of the seeds during storage, sprouting and under the influence of external factors (ionizing radiation in small doses and other weak influences), defined by the method of delayed luminescence]. diss. dr. biol. Moskva. MGU. 2008. 26 p.
8. Dvornik V.Ya., Kavunets V.P., Mishchenko V.I. *Vliyaniye predposevnoy stimulyatsii semyan na urozhaynost' zernovykh kul'tur* [Influence of pre-sowing stimulation of seeds on cereals], Sb. nauchn. tr. Seleksiya, semenovodstvo i sortovaya agrotehnika zernovykh i kormovykh kul'tur. Leningrad: Minsel'khoz SSSR, Vsesoyuznaya akademiya sel'sko-khozyaystvennykh nauk im. V.I. Lenina, 1985, pp. 25-29.
9. Dmitriev A.M., Stratskevich L.K. *Stimulyatsiya rosta rasteniy* [Stimulation of plant growth]. Minsk: Uradzhay. 1986. 118 p.
10. Ignatov A. *Lazer pobezhdaet zasukhu i povyshaet urozhaynost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [The laser overcomes drought and increases crop yields], *LazerInform*, 2011, № 1-2 (448-449), pp. 4-7.
11. Kabuzenko S.N., Blokhin V.G., Kopylov N.I. *Vliyaniye biologicheskii aktivnykh veshchestv na prorastaniye semyan i rost proroskov kul'turnykh rasteniy na fone zasoleniya* [Influence of biologically active substances on the seed germination and seedling growth of crops in the background of salinity], Sb. nauchn. tr. Regulyatory rosta rasteniy. Leningrad: Minsel'khoz SSSR, Vsesoyuznaya akademiya sel'skokhozyaystvennykh nauk im. V.I. Lenina, Vsesoyuznyy NII rasteniyevodstva im. N.I. Vavilova, 1989, pp. 25-29.
12. Kolesova T.K. *Priemy povysheniya posevnykh kachestv semyan pshenitsy* [Methods of increase of sowing qualities of seeds of wheat]. Diss. kand. agric. Yakutsk. 2003. 149 p.
13. Kurkina Yu.N., Gazmanov R.O., Kochetov V.M. *Vliyaniye preparata nano-gro na urozhaynost' i kachestvo zerna yarovoy pshenitsy i yachmenya* [Influence of preparation of nano-gro on yield and quality of grain of spring wheat and barley] *Nauchnye vedomosti. Seriya Estestvennyye nauki* [Scientific statements. A series of natural sciences], 2010, № 9 (8), vol. 11, pp. 59-64.
14. Naumov G.F., Nasonova L.F., Podoba L.V. *Effektivnost' biologicheskoy stimulyatsii semyan polevykh kul'tur* [The effectiveness of bio-stimulation of seeds of field crops] Sb. nauchn. tr. Teoriya i praktika predposevnoy obrabotki semyan. K.: YuO VASKhNIL, 1984. pp. 20-27.
15. Nikolaeva M.G., Razumova M.V., Gladkova V. N. *Spravochnik po prorashchivaniyu pokoyashchikhsya semyan* [Handbook of germination of dormant seeds]. Leningrad: Nauka, 1985. 347 p.
16. Obrucheva N.V., Antipova O.V. *Fiziologiya initsiatsii prorastaniya semyan* [Physiology initiation of seed germination] *Fiziologiya rasteniy* [Vegetable physiology], 1997, t. 44, № 2, pp. 287-302.
17. Ovcharov K.E. *Fiziologiya formirovaniya i prorastaniya semyan* [Physiology of the formation and germination of seeds]. Moscow: Kolos, 1976.-256 p.
18. Rakhmatullina S.R., Fedyaev V.V., Talipov R.F., Rakhmankulova Z.F. *Vliyaniye preparata rifl na morfologicheskie parametry proroskov pshenitsy pri normal'nom i defitsitnom mineral'nom pitanii* [Effect of the drug on the morphological and physiological parameters of wheat seedlings under normal and deficient mineral nutrition], *Agrokimiya* [Agricultural chemistry], 2007, № 5, pp. 42-48.
19. Rogozhin V.V., Sabardakhova M.E., Popova A.S. *Deystvie strofantina na prorastaniye semyan* [Action of strofantin on seed germination], *Izvestiya TSKhA*, 1996, vol. 4, pp. 211-217.
20. Ryabchinskaya T.A., Kharchenko G.L., Sarantseva N.A., Bobreshova I.Yu., Zlotnikov A.K. *Polifunktsional'noe deystvie preparata Al'bit pri predposevnoy obrabotke semyan yarovoy pshenitsy* [Multifunctional action of the drug Albite preliminary treatment of seeds of spring wheat] *Agrokimiya* [Agricultural chemistry], 2009, № 10, pp. 39-47.
21. Savel'ev V.A. *Obrabotka semyan UF-luchami* [Treatment of seed with UV-rays] *Vestn. s.-kh. nauki* [Bulletin of agricultural science], 1990. № 3. pp. 133-135.
22. Sechnyak L.K., Kindruk N.A., Slyusarenko O.K., Ivashchenko V.G., Kuznetsov E.D. *Ekologiya semyan pshenitsy* [Ecology of wheat seeds]. Moscow: Kolos, 1983, 349 p.
23. Strona I.G. *Doposevnaya i predposevnaya obrabotka semyan sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Pre-sowing and pre-treatment of crop seeds] Sb. nauchn. tr. Teoriya i praktika predposevnoy obrabotki semyan. K.: YuO VASKhNIL, 1984, pp. 5-16.
24. *Fiziologiya i biokimiya pokoya i prorastaniya semyan* [Physiology and biochemistry of dormancy and germination of seeds]. Perevod pod redaktsiyey M.G. Nikolaevoy i N.V. Obruchevoy, Moscow: Kolos, 1982. 495 p.
25. Khristeva L.A., Galushka A.M. *Effektivnost' primeneniya fiziologicheskii aktivnykh gumusovykh veshchestv dlya predposevnoy obrabotki semyan* [Efficacy of physiologically active humic substances for treatment of seeds], Sb. nauchn. tr. Teoriya i praktika predposevnoy obrabotki semyan. K.: YuO VASKhNIL, 1984. pp. 16-20.
26. Tsareva R.I. *Khimizm torfyanoy pochvy i rost rasteniy* [The peat soil chemistry and plant growth]. Minsk, *Nauka i tekhnika* [Science and technology], 1976, 192 p.
27. Chzhan Sh., Van M.I., Khu L.Ya., Van S.Sh., Khu K.D., Bao L.I., Lo I.P. *Serovodorod stimulyruet prorastaniye semyan pshenitsy pri osmoticheskom stresse* [Hydrogen sulfide stimulates the germination of wheat seeds under osmotic stress], *Fiziologiya rasteniy* [Vegetable physiology], 2010, t. 57, № 4, pp. 571-579.
28. Shakirova F.M., Sakhabutdinova A.R., Ishdavletova R.S., Lastochkina O.V. *Vliyaniye predobrabotki metilzhasmonatom na ustoychivost' proroskov pshenitsy k solevomu stressu* [Effect of pretreatment of methyl jasmonate on the stability of wheat seedlings to salt stress], *Agrokimiya* [Agricultural chemistry], 2010, № 7, pp. 26-32.
29. Shirokikh I.G., Abubakirova R.I., Karpova E.M., Kuchin A.V. *Otsenka Na-soley summy triterpenovykh kislot Abies sibirica L. V kachestve regulyatora rosta i stressprotektora yarovoy pshenitsy* [Evaluation of Na-salts sum of triterpenic acids *Abies sibirica* L. As a growth regulator and stressprotector of spring wheat], *Agrokimiya* [Agricultural chemistry], 2007, № 1, pp. 52-56.
30. Audi A.H. and Mukhtar F.B. Effect of pre-sowing hardening treatments using various plant growth substances on cowpea germination and seedling establishment // *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 2(2): 44-48.
31. Laila K.M. Ali and Elbordiny M.M. Response of Wheat Plants to Potassium Humate Application // *Journal of Applied Sciences Research*, 5(9): 1202-1209, 2009.
32. Lodhi A., Tahir S., Iqbal Z., Mahmood A., Akhtar M., Qureshi T.M., Yaqub M. and Naeem A. Characterization of commercial humic acid samples and their impact on growth of fungi and plants. *Soil Environ.* 32(1): 63-70, 2013.
33. Patil R. Effect of potassium humate and deproteinised Juice (DPJ) on seed germination and seedling growth of wheat and jowar. *Annals of Biological Research*, 2010, 1(4), 148-151.
34. Piccolo A., Celano G., and Pietramellara G. Effects of fractions of coal-derived humic substances on seed germination and growth of seedlings (*Lactuca sativa* and *Lycopersicon esculentum*). *Biol Fertil Soils* (1993) 16:11-15.
35. Szczepanek M., Wilczewski E. Effect of humic substances on germination of wheat and barley under laboratory conditions. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 10(1) 2011, 79-86.