

УДК 631.811; 631.417.1

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОЛИЗАТОВ В КАЧЕСТВЕ ПРЕПАРАТОВ-СТИМУЛЯТОРОВ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

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 ВО «Московский государственный университет леса»
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д. 1

Предпосевная обработка семян при помощи физических воздействий или биологически активными препаратами является одним из самых дешевых приемов повышения посевных качеств семян и, как следствие, урожайности растений. При этом для ускорения процесса необходимо повышение концентраций определенного комплекса веществ, участвующих в биохимических реакциях процесса прорастания семян. Подобный комплекс веществ образуется при автолизе микроорганизмов, поэтому целью работы была оценка эффективности применения автолизатов в качестве препаратов-стимуляторов прорастания семян.

В работе в качестве объектов исследования использовали семена с неглубоким покоем – яровых пшениц сортов «Эстер», «Злата», «Любава», «Новосибирская 29», «МИС», «Юбилейная 80», «Оренбургская 10», озимых пшениц сортов «Галина», «Немчиновская 24», «Московская 39», «Московская 56», «Л-15 № 222» – Экспериментальная, озимой ржи сорта «Валдай», озимых тритикале сортов «Гермес» и «Немчиновский 56», ярового ячменя сорта «Владимир».

По итогам экспериментальных исследований получены следующие результаты:

- при проращивании семян в контакте с раствором, содержащим автолизат, наблюдается угнетение прорастания семян при общем росте выделения углекислоты;
- при обработке семян полусухим способом раствором, содержащим автолизат, наблюдается заметная активизация прорастания семян;
- обнаружение влияния способа обработки семян на эффективность обработки уточняет методику, по которой надо проводить испытания эффективности препаратов-стимуляторов прорастания семян;
- проведенная на ряде зерновых культур проверка эффективности использования автолизата дрожжей «*Saccharomyces cerevisiae*» показала преимущество использования автолизата по сравнению с используемыми в сельскохозяйственном производстве препаратами-стимуляторами.

Ключевые слова: предпосевная обработка семян, автолизат, урожайность, концентрация углекислого газа, стимуляция.

Предпосевная обработка семян при помощи физических воздействий или биологически активными препаратами (БАП) является одним из самых дешевых приемов повышения посевных качеств семян и, как следствие, урожайности растений.

Кажущаяся простота и дешевизна получения результатов подобным способом привлекала многих исследователей, но добиться значимого и воспроизводимого результата до настоящего времени не удалось.

Одной из основных причин неудач разработки препаратов для стимуляции прорастания семян, по-видимому, является отсутствие высокопроизводительной и достаточно простой методики, позволяющей получать

статистически значимые результаты. Связано это с достаточно небольшим влиянием стимулирующих воздействий на прорастание семян, величина которых редко превышает 10–15 % [10], и при значительной ошибке метода эффект стимуляции такой величины обнаружить практически невозможно.

В результате в течение длительного времени при проведении исследований оценку проводили по конечному результату – урожайности [1, 3–6, 8, 12–15, 21, 25, 26, 28, 32], изменению размеров и массы вегетативных органов растений [1, 4, 6, 7, 15, 18, 19, 21, 25, 28–30, 32], по всхожести (энергии прорастания) [1, 2, 6, 11, 15, 20, 26, 27, 29] или по физиологическим показателям (активности фер-

ментов, содержанию биологически активных веществ и т. д.) [4, 6, 11, 12, 18, 19, 25–29]. Однако все эти исследования достаточно трудоемки и длительны и требуют от недели (по всхожести) до месяцев (по урожайности) временных затрат.

При этом в ряде публикаций [9, 17, 22, 23] отмечалось, что посевные качества семян должны коррелировать со скоростью биохимических процессов на стадии прорастания семян и соответственно с дыханием семян при прорастании.

Это направление получило развитие в ряде работ [23, 24], в которых приводится использование достаточно простой и высокопроизводительной методики, позволяющей по дыханию семян оценивать их качество и проверять эффективность использования стимуляторов прорастания семян с ошибкой, не превышающей 5 %.

В результате этих исследований получен достаточно большой объем данных [24] – изучен ряд физиологически активных веществ и их смесей и был сделан вывод о том, что использование отдельных компонентов биохимических реакций 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.

Подобный комплекс веществ образуется при автолизе микроорганизмов, поэтому целью работы была оценка эффективности применения автолизатов в качестве препаратов-стимуляторов прорастания семян.

Материалы и методы исследования

В работе в качестве объектов исследования использовали семена с неглубоким покоем [16] – яровых пшениц сортов «Эстер», «Злата», «Любава», «Новосибирская 29», «МИС», «Юбилейная 80», «Оренбургская 10», озимых пшениц сортов «Галина», «Немчиновская 24», «Московская 39», «Московская 56», «Л-15 № 222» – экспериментальный образец озимой пшеницы ФГБНУ ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова (Эксперименталь-

ная), озимой ржи сорта «Валдай», озимых тритикале сортов «Гермес» и «Немчиновский 56», ярового ячменя сорта «Владимир».

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

Изучали действие автолизата дрожжей «*Saccharomyces cerevisiae*» – Bacto™ Yeast Extract (автолизат), а также ряда известных препаратов-стимуляторов («Альбит», «Фертиглейн старт»).

Эффективность обработки определяли по интенсивности выделения углекислоты [23, 24] при контакте семян с водой. 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 л, 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 %.

Биологическую активность применяемой дозы препарата оценивали, вводя автолизат в раствор, с которым контактировали необработанные семена.

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 было изучено влияние концентрации автолизата в растворе на прорастание семян, которое проводили на озимой пшенице «Экспериментальная». Выбор этой пшеницы был обусловлен тем, что ее семена были самыми чувствительными к стимуляции [24]. Полученные результаты (рис. 1) свидетельствуют, что при достижении концентрации автолизата в растворе 1500 мг/л стимуляция прорастания семян выходит на насыщение.

При изучении влияния концентрации автолизата в растворе 1500 мг/л на прорастание семян других культур было установлено, что при повышении качества семян эффект стимуляции уменьшается (рис. 2). Причем, эта зависимость описывается отрицательной экспонентой с коэффициентом корреляции более 0,94.

Из физического смысла отрицательной экспоненциальной зависимости следует, что эффект стимуляции уменьшается прямо пропорционально качеству семян – количеству углекислоты, выделяемой при прорастании необработанных семян разных культур. То есть абсолютное количество углекислоты, выделяемой на единицу веса семян любой культуры, остается примерно постоянной. Исключением являются две наиболее чувствительных к стимуляции культуры – озимые пшеницы сортов «Галина» и «Экспериментальная», для них количество выделяемой углекислоты заметно выше.

Анализ полученных данных позволяет предположить, что увеличение выделения углекислоты может быть связано не с влиянием раствора автолизата на стимуляцию прорас-

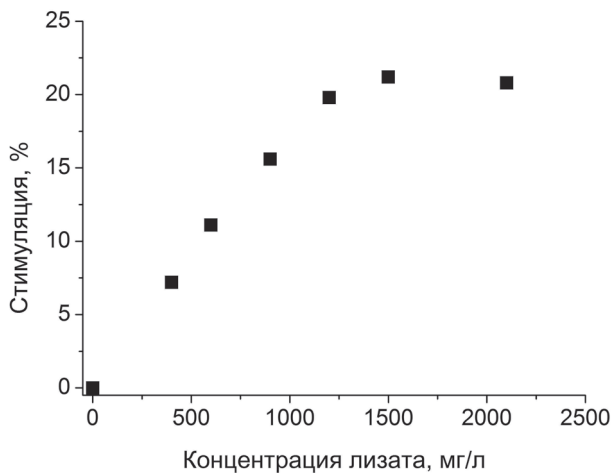


Рис. 1. Зависимость эффекта стимуляции автолизатом дрожжей «*Saccharomyces cerevisiae*» озимой пшеницы сорта «Экспериментальная» от концентрации автолизата в растворе, определенного по интенсивности выделения CO_2 за сутки при прорастании зерна при 25 °C

Fig. 1. The dependence of the stimulation effect of yeast autolysate «*Saccharomyces cerevisiae*» winter wheat «Experimental» autolysate of concentration in solution, determined from the intensity of CO_2 release during germination of corn per day at 25 °C

тания семян, а с чем-то другим, что практически для всех изученных семян под влиянием раствора автолизата выделяет примерно одно и то же количество углекислоты.

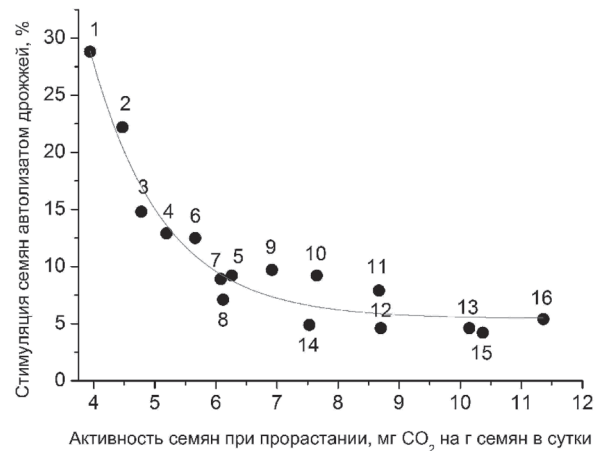


Рис. 2. Зависимость эффекта стимуляции автолизатом дрожжей «*Saccharomyces cerevisiae*» от качества зерна, определенного по интенсивности выделения CO_2 за сутки при прорастании зерна при 25 °C: 1 – озимая пшеница сорт «Галина»; 2 – озимая пшеница сорт «Экспериментальная»; 3 – озимая пшеница сорт «Немчиновская 24»; 4 – озимая пшеница сорт «Московская 39»; 5 – озимая пшеница сорт «Московская 56»; 6 – яровая пшеница сорт «Новосибирская 29»; 7 – яровая пшеница сорт «Злата»; 8 – яровая пшеница сорт «МИС»; 9 – яровая пшеница сорт «Юбилейная 80»; 10 – яровая пшеница сорт «Оренбургская 10»; 11 – яровая пшеница сорт «Эстер»; 12 – яровая пшеница сорт «Любава»; 13 – озимая рожь сорт «Валдай»; 14 – озимый тритикале сорт «Гермес»; 15 – озимый тритикале сорт «Немчиновский 56»; 16 – яровой ячмень сорт «Владимир»

Fig. 2. Dependence of the stimulation effect of yeast autolysate «*Saccharomyces cerevisiae*» of grain quality, specific CO_2 discharge rate per day during the germination of grains at 25 °C: 1 – Winter wheat variety «Galina»; 2 – Winter wheat variety «experimental»; 3 – Winter wheat variety «Nemchinovskaya 24»; 4 – winter wheat cultivar «Moscow 39»; 5 – winter wheat cultivar «Moscow 56»; 6 – spring wheat cultivar «Novosibirsk 29»; 7 – spring wheat cultivar «Golden»; 8 – spring wheat cultivar «MIS»; 9 – spring wheat cultivar «80 Anniversary»; 10 – spring wheat cultivar «Orenburg 10»; 11 – spring wheat cultivar «Ester»; 12 – spring wheat cultivar «Lyubava»; 13 – winter rye variety «Valdai»; 14 – Winter triticale cultivar «Hermes»; 15 – winter triticale variety «Nemchinovsky 56»; 16 – spring barley cultivar «Vladimir»

Подобная постановка вопроса позволяет выдвинуть предположение о стимуляции раствором автолизата микрофлоры семян, которая располагается на зерновке. Ранее было показано [22], что уже в период молочной спелости большое количество микроорганизмов находится на зерновке, а фузариозная инфекция проникает в формирующуюся зерновку в период от цветения до уборки. Сапрофитные же грибы и бактерии проникают в зерно пшеницы почти одновременно с образованием завязи и растут вместе с ней. Полевая зараженность семян пшеницы свежесобранного урожая составляет на юге Украины 99–100 %; из них: *Alternaria* – 80–90 %; *Helminthosporium* – 1–5 %, *Fusarium* и *Mycelia sterilia* – 10–15 % и в небольшом количестве *Verticillium*, *Cepholosporium*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor* [22].

Для проверки влияния поверхностной микрофлоры семян на выделение углекислоты выделили смывы с семян путем встряхивания 75 г семян в 100 г воды на качалке в течение 30 мин. После этого в полученную вытяжку, содержащую в том числе и микрофлору семян, вводили автолизат (разные количества) и помещали полученный раствор в

стаканчик в песок, проводя определение углекислоты в соответствии с описанной выше методикой. Эксперименты были проведены на озимой пшенице сорта «Галина» и яровой пшенице сорта «Любава». Было обнаружено, что во всех случаях смывы с автолизатом выделяют несколько больше углекислоты, чем обнаруживается ее прирост при проращивании семян в растворах автолизатов по сравнению с проращиванием в воде.

Следовательно, при количественном определении интенсивности дыхания мы учитываем как бы результат всех биохимических превращений в зерновой массе, вызываемых собственными ферментами зерна и эпифитной его микрофлорой. По-видимому, несбалансированные по составу стимуляторы оказывают незначительное влияние на развитие микрофлоры семян, и это позволяет не учитывать влияние микрофлоры на выделение семенами углекислоты. Однако использование автолизатов должно активировать оба процесса – прорастание семян и развитие на них микрофлоры. В результате задача подбора стимуляторов прорастания семян осложняется возможным влиянием развивающейся на семенах и внутри семян микрофлоры [10, 22, 31], так как заранее невозможно предсказать направление влияния метаболитов развивающейся микрофлоры семян на развитие самих семян.

Для проверки влияния на развитие семян метаболитов развивающейся на семенах и внутри семян микрофлоры провели эксперименты с использованием растворов автолизатов различных концентраций, измеряя не только количество выделяющейся углекислоты, но и изучая визуально количество и размер проростков. Было отмечено, что рост концентрации автолизатов на других зерновых культурах приводит к практически линейному росту выделения углекислоты, но при этом прорастание семян по сравнению с контролем заметно замедляется.

В качестве примера приведены результаты, полученные на яровой пшенице сортов «Любава» и «Эстер». Наблюдается практически линейный рост выделения углекислоты при увеличении концентрации автолизата (рис. 3), но при этом развитие семян замедляется.

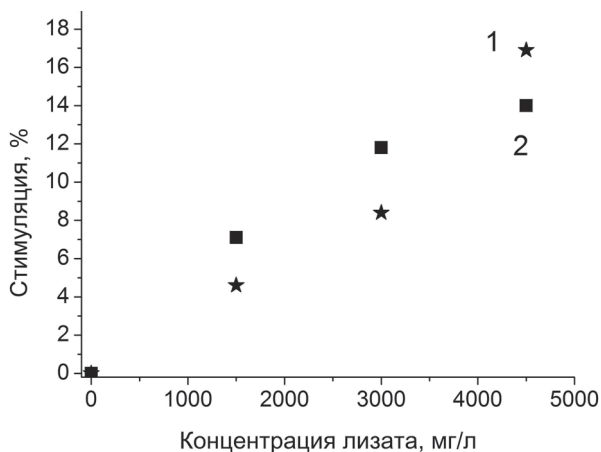


Рис. 3. Зависимость интенсивности выделения CO_2 за сутки при проращивании семян яровой пшеницы сорта «Любава» (1) и «Эстер» (2) при 25 °C от концентрации автолизата дрожжей «*Saccharomyces cerevisiae*» в растворе

Fig. 3. The dependence of the CO_2 release rate per day during the germination of seeds «Lyubava» (1), and «Esther» of spring wheat (2) at 25 °C, the concentration of autolyzed yeast «*Saccharomyces cerevisiae*» solution

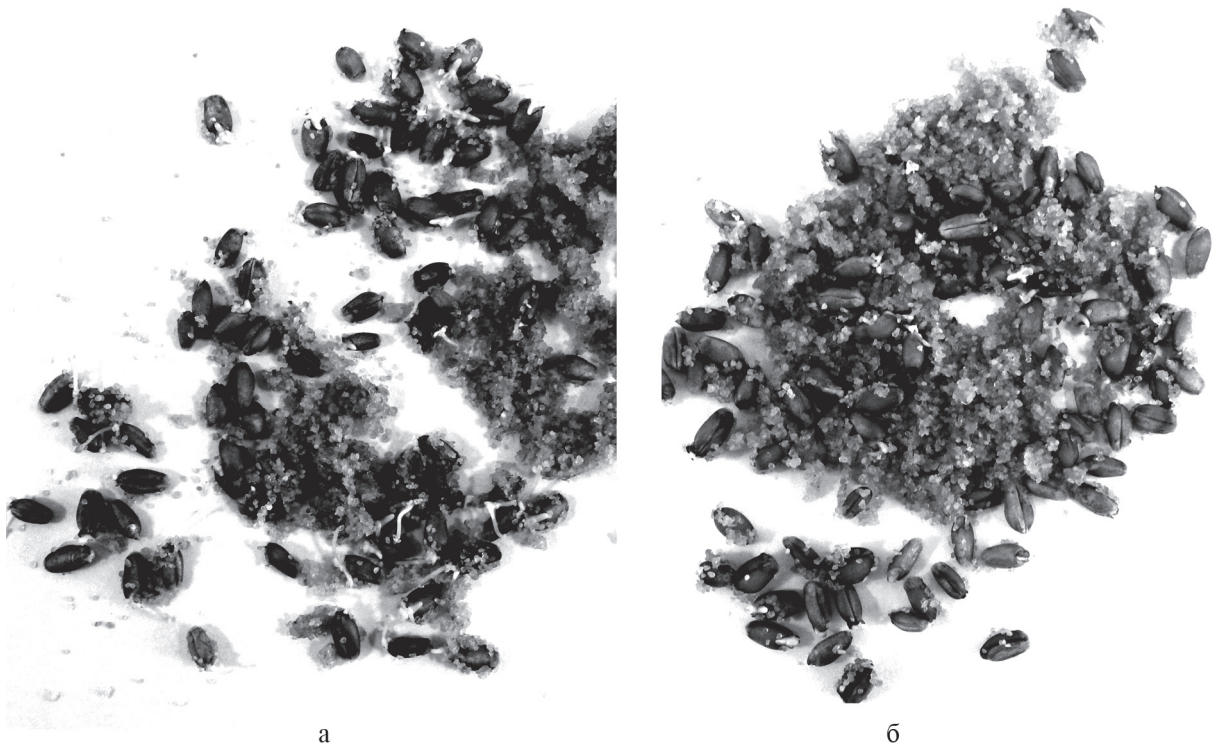


Рис. 4. Фотографии семян яровой пшеницы сорта «Любава» после проращивания в течение суток при 25 °С в воде (а) растворе автолизата с концентрацией 4,5 г/л (б)

Fig. 4. Photographs of spring wheat seed «Liubava» after germination overnight at 25 °С in water (a) autolysate solution at a concentration of 4.5 g / l (b)

На фотографии (рис. 4, а), где представлены семена яровой пшеницы сорта «Любава», контактировавшие с водой, хорошо видно, что длина проростков в ряде случаев сравнима с размером зерновок. При этом семена, контактировавшие с раствором автолизата, едва проклюнулись (рис. 4, б).

Таким образом, активное развитие под влиянием автолизата микрофлоры, находящейся на семенах, приводит к заметному замедлению прорастания семян.

Попробуем понять причину преимущественного развития микрофлоры семян, а не самих семян, рассмотрев для этого предположительный механизм поглощения автолизата из раствора.

В соответствии с описанной методикой мы помещаем слой семян на дно стаканчика, засыпаем слоем песка и добавляем раствор автолизата. При такой постановке эксперимента автолизат равномерно распределен по всему раствору и должен поступать к семенам, в основном, путем диффузии. Лишь на самой первой стадии взаимодействия су-

хих семян с раствором небольшое количество раствора войдет в семена через дефекты в мембранах [22]. В связи с тем, что микрофлора располагается и на поверхности семян, в случае активного потребления поверхностной микрофлорой автолизата его концентрация должна падать в области нахождения микрофлоры, и в клетки семян он поступать практически не будет. Причем, это касается любого стимулятора, с избытком раствора которого контактируют зерновки при замачивании в нем семян.

Ситуация кардинально изменяется, если обработку семян проводят общепринятым в сельском хозяйстве полусухим способом при расходе растворов 10–20 л/т семян. В этом случае при той же дозе концентрация автолизата в растворе примерно в 50 раз выше, а раствора, с которым взаимодействуют семена, в 50 раз меньше. В результате большая часть раствора должна входить внутрь семян, практически не запуская развитие поверхностной микрофлоры. Следовательно, изменение способа обработки семян препаратом-стимулятором должно

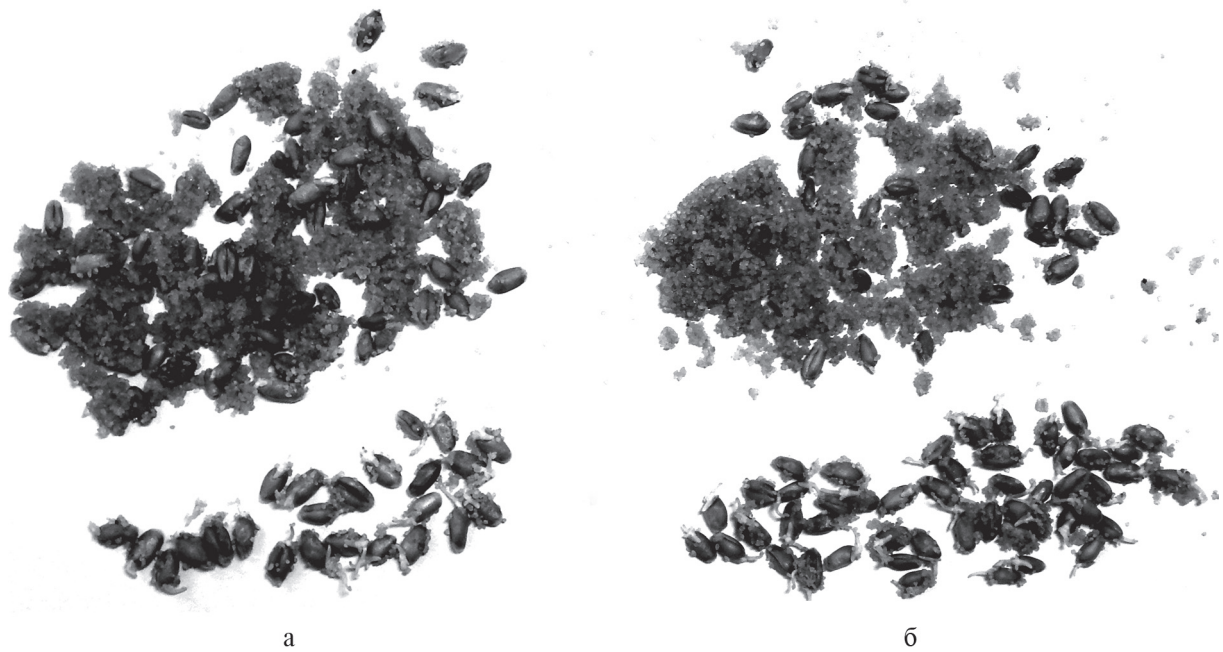


Рис. 5. Фотографии семян яровой пшеницы сорта «Любава», необработанных (а) и обработанных раствором автолизата концентрацией 75 г/л при расходе раствора 20 л/т (б), после проращивания в воде в течение суток при 25 °С

Fig. 5. Photo of spring wheat seed «Liubava» untreated (a) and treated with a solution concentration autolysate 75 g / l solution at a flow rate of 20 l / m (b), after germination overnight at 25 °C in water

менять соотношение биологически активных веществ, потребляемых поверхностной микрофлорой семян и самими семенами.

Проведенные эксперименты подтвердили это предположение.

В качестве примера приведена фотография (рис. 5) семян яровой пшеницы сорт «Любава», необработанных и обработанных раствором автолизата концентрацией 75 г/л при расходе раствора 20 л/т. Для количественной оценки подсчитывали количество семян, величина проростков у которых была более 2–3 мм. У необработанных автолизатом семян (рис. 5, а) количество таких зерновок составило 24 штуки, а у обработанных – 49 штук (рис. 5, б).

Для оценки действия предлагаемого нового стимулятора для проращивания семян (автолизата) провели определение оптимальной его концентрации (табл. 1), а затем сравнили с наиболее эффективными из существующих препаратов-стимуляторов: «Фертигрейн старт» и «Альбит» (табл. 2).

Из представленных данных (табл. 1) хорошо видно, что эффект от применения автолизата дрожжей стабилизируется при кон-

центрации автолизата в растворе 75 г/л (дозе 1,5 кг / т).

Сравнение автолизата дрожжей «*Saccharomyces cerevisiae*» с другими препаратами-стимуляторами показывает (табл. 2), что этот препарат обладает в 1,5–2 раза большей эффективностью.

Выводы

По итогам экспериментов можно сделать определенные выводы.

– При проращивании семян в контакте с раствором, содержащим автолизат, наблюдается угнетение прорастания семян при общем росте выделения углекислоты. То есть микрофлора, находящаяся на семенах, активно развивается при поступлении питательных веществ к поверхности семян путем диффузии и блокирует развитие семян. Связано это, вероятно, с тем, что автолизаты активно поглощаются микроорганизмами, и концентрации в районе растущих колоний уменьшается. В результате диффузии автолизатов по градиенту концентраций они поступают, в первую очередь, к микроорганизмам, а в семена практически не поступают.

Активность биохимических процессов при прорастании семян яровой пшеницы сорта «Любава», обработанных раствором автолизата дрожжей «*Saccharomyces cerevisiae*» разных концентраций полусухими способом при расходе раствора на обработку 20 л/т семян
The activity of biochemical processes during the germination of seeds «Lyubava» spring wheat varieties treated with a solution of autolyzed yeast «*Saccharomyces cerevisiae*» different concentrations of semi-dry process at a flow rate of the solution to the processing of 20 l / t seeds

Концентрация раствора, г/л / Доза автолизата, г/т	Количество CO ₂ , мг × 10 ³ на одну зерновку
0 (вода)	282±12
25 / 500	313±14 (10,9 %)
50 / 1000	322±15 (14,2 %)
75 / 1500	331±13 (17,4 %)
200 / 4000	332±14 (17,8 %)

Активность биохимических процессов при прорастании семян яровой пшеницы различных сортов, обработанных препаратами «Фертигрейн старт», «Альбит» и раствором автолизата дрожжей «*Saccharomyces cerevisiae*» оптимальных концентраций
The activity of biochemical processes during the germination of seeds of different varieties of spring wheat treated with drugs «Fertigreyn start», «Album» and a solution of autolyzed yeast «*Saccharomyces cerevisiae*» optimal concentrations

Культура, сорт	Количество CO ₂ , мг × 10 ³ на одну зерновку			
	Контроль (вода)	Фертигрейн старт	Альбит	Автолизат
Яровая пшеница, сорт «Любава»	282±12	317±11 (12,4 %)	311±14 (10,3 %)	331±13 (17,4 %)
Яровая пшеница, сорт «Эстер»	204±7	218±8 (6,5 %)	212±8 (3,9 %)	227±7 (11,2 %)
Яровая пшеница, сорт «Злата»	290±10	288±12 (0 %)	303±13 (4,5 %)	325±12 (11,9 %)

– При обработке семян полусухим способом (20 л раствора на тонну семян) раствором, содержащим автолизат, наблюдается заметная активизация прорастания семян. Подобное различие, по-видимому, связано с поглощением основного количества поступающей жидкости (раствора автолизата) семенами внутрь клеток через дефекты клеточных мембран, при минимальном поглощении раствора микроорганизмами, находящимися на поверхности семян.

– Обнаружение влияния способа обработки семян на эффективность обработки уточняет методику, по которой надо проводить испытания эффективности препаратов-стимуляторов прорастания семян.

– Проведенная на ряде зерновых культур проверка эффективности использования автолизата дрожжей «*Saccharomyces cerevisiae*» показала его преимущество по сравнению с другими препаратами-стимуляторами в сельскохозяйственном производстве.

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 // 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 и др. // Защита и карантин растений. – 2006. – № 6. – С. 26–27.
4. Андрианова, Ю.Е. Влияние янтарной кислоты на урожай и качество сельскохозяйственных культур / Ю.Е. Андрианова, Н.И. Сафина, Н.Н. Максюткова, И.Г. Кадошников // Агрохимия. – 1996. – № 8-9. – С. 117–122.
5. Бурмистрова, Т.И. Влияние комплексного препарата гуминовых кислот и микроэлементов на урожайность и устойчивость к болезням яровой пшеницы / Т.И. Бурмистрова, С.Н. Удинцев, Н.Н. Терещенко и др. // Агрохимия. – 2011. – № 9. – С. 64–67.

6. Гоник, С.А. Изучение действия ПАБК на яровую пшеницу / С.А. Гоник // Сб. Химические мутагены и пара-аминобензойная кислота в повышении урожайности сельскохозяйственных культур. – М.: Наука. – 1989. – С. 94–98.
7. Гринев, В.С. Рострегулирующая активность бензо-(2,3-b)-1,4-диаза- и бензо-1-аза-4-окса-бицикло (3.3.0) октан-8-онов на растениях мягкой пшеницы / В.С. Гринев, Е.В. Любунь, А.Ю. Егорова // Агрохимия. – 2011. – № 3. – С. 46–50.
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. Страцевич // Под ред. Н.Ф. Батыгина. – Мн.: Ураджай. – 1986. – 118 с.
10. Исаева, О.В. Эндофитные дрожжевые грибы в запасующих тканях растений / О.В. Исаева, А.М. Глушакова, С.А. Гарбуз и др. // Известия РАН, серия биологическая. – 2010. – № 1. – С. 34–43.
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. Кожухарь, Т.В. Влияние минеральных удобрений и предпосевной обработки семян биологическими препаратами на содержание хлорофилла в листьях озимой пшеницы / Т.В. Кожухарь, Е.В. Кириченко, С.С. Кохан // Агрохимия. – 2010. – № 1. – С. 61–67.
13. Кравец, А.В. Предпосевная обработка семян яровой пшеницы гуминовым препаратом из торфа / А.В. Кравец, Д.Л. Бобровская, Л.В. Касимова, А.П. Зотикова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 4 (78). – С. 22–24.
14. Куркина, Ю.Н. Влияние препарата нано-гро 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.
15. 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.
16. Николаева, М.Г. Справочник по проращиванию покоящихся семян / М.Г. Николаева, М.В. Разумова, В.Н. Гладкова. – Л.: Наука. – 1985. – 347 с.
17. Обручева, Н.В. Физиология инициации прорастания семян / Н.В. Обручева, О.В. Антипова // Физиология растений. – 1997. – Т. 44. – № 2. – С. 287–302.
18. Рахманкулова, З.Ф. Влияние предпосевной обработки семян пшеницы салициловой кислотой на ее эндогенное содержание, активность дыхательных путей и антиоксидантный баланс растений / З.Ф. Рахманкулова, В.В. Федяев, С.Р. Рахматуллина и др. // Физиология растений. – 2010. – Т. 57. – № 6. – С. 835–840.
19. Рахматуллина, С.Р. Влияние препарата рифтал на морфофизиологические 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.
20. 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.
21. Рябчинская, Т.А. Полифункциональное действие препарата Альбит при предпосевной обработке семян яровой пшеницы / Т.А. Рябчинская, Г.Л. Харченко, Н.А. Саранцева и др. // Агрохимия. – 2009. – № 10. – С. 39–47.
22. Сечняк, Л.К. Экология семян пшеницы / Л.К. Сечняк, Н.А. Киндрук, О.К. Слюсаренко и др. – М.: Колос, 1983. – 349 с.
23. Федотов, Г.Н. Методика оценки посевных качеств семян / Г.Н. Федотов, М.Ф. Федотова // Роль почв в биосфере. Труды Института экологического почвоведения Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. – М., 2015. – Вып. 15. – С. 23–42.
24. Федотов, Г.Н. К вопросу о стимуляции прорастания семян с неглубоким покоем / Г.Н. Федотов, М.Ф. Федотова, В.С. Шалаев и др. // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2016. – № 1. – Т. 20. – С. 147–157.
25. Хатаева, Л.Ю. Изучение влияния некоторых новых гетероциклических соединений на продуктивность и биохимический состав сортов пшеницы и тритикале / Л.Ю. Хатаева, Н.С. Орлова, И.Н. Клочкова и др. // Сб. Вопросы генетики и селекции зерновых культур на юго-востоке России, Саратовский сельскохозяйственный институт. – 1993. – С. 141–147.
26. Христева, Л.А. Эффективность применения физиологически активных гумусовых веществ для предпосевной обработки семян / Х.Л. Христева, А.М. Галушка // Сб. научн. тр. Теория и практика предпосевной обработки семян. – К.: ЮО ВАСХНИЛ. – 1984. – С. 16–20.
27. Чжан, Ш. Сероводород стимулирует прорастание семян пшеницы при осмотическом стрессе / Ш. Чжан, М.И. Ван, Л.Я. Ху и др. // Физиология растений. – 2010. – Т. 57. – № 4. – С. 571–579.
28. Шакирова, Ф.М. Влияние фэтила на гормональный статус растений пшеницы в онтогенезе в связи с устойчивостью к *Tilletia caries* (DC) Tul / Ф.М. Шакирова, Р.В. Нурғалиева, Р.Ф. Исаев и др. // Агрохимия. – 2009. – № 3. – С. 40–44.
29. Шакирова, Ф.М. Влияние предобработки метилжасмоном на устойчивость проростков пшеницы к солевому стрессу / Ф.М. Шакирова, А.Р. Сахабутдинова, Р.С. Ишдаuletova и др. // Агрохимия. – 2010. – № 7. – С. 26–32.
30. Широких, И.Г. Оценка Na-солей суммы тритерпеновых кислот *Abies sibirica* L. в качестве регулятора роста и стресспротектора яровой пшеницы / И.Г. Широких, Р.И. Абубакирова, Е.М. Карпова и др. // Агрохимия. – 2007. – № 1. – С. 52–56.
31. Щербаков, А.В. Эндофитные бактерии, населяющие семена пшеницы, перспективные продуценты микробных препаратов для сельского хозяйства / А.В. Щербаков, А.Н. Заплаткин, В.К. Чеботарь // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 7. – С. 35–38.
32. Эйгес, Н.С. Влияние ПАБК на сорта озимой пшеницы в условиях производственного опыта / Сб. Химические мутагены и пара-аминобензойная кислота в повышении урожайности сельскохозяйственных культур / Н.С. Эйгес. – М.: Наука. – 1989. – С. 38–64.

ESTIMATION OF THE USE AUTOLYSATE AS A GERMINATION SEEDS STIMULANT OF CEREAL CROPS

Fedotov G.N., (Lomonosov Moscow State University)⁽¹⁾; Fedotova M.F., (Moscow State Forest University)⁽²⁾; Shalaev V.S.,⁽²⁾; Batyrev Y.P.,⁽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 pre-treatment of seeds with the help of physical impact or biologically active substances is one of the cheapest methods of increasing the sowing qualities of seeds and, as a result, the yield of plants. To achieve this the increase in the concentration of certain set of substances involved in the biochemical reactions of seed germination is necessary. This complex of substances is formed during the autolysis of microorganisms, so the purpose of the work was to evaluate the effective use of autolysates as the stimulants of seed germination.

The work used seeds with a shallow calm as research subjects – spring wheats «Esther», «Zlata», «Lyubava», «Novosibirskaya 29», «MIS», «Yubileynaya 80», «Orenburgskaya 10» winter wheats «Galina», «Nemchinovskaya 24», «Moskovskaya 39», «Moskovskaya 56», «L-15 № 222» – experimental one, winter rye «Valdai» winter tritical varieties «Hermes» and «56 Nemchinovsky», spring barley «Vladimir».

According to the experimental research, results are as follows:

- During germination of seeds in contact with a solution containing autolysate inhibition proras Tania-seed was observed with a general increase of the allocation of carbon dioxide;
- during seed treatment with semi-dry solution containing autolysate, there is noticeably more germination of seeds;
- Detection of the effect of the method of seed treatment on the efficiency specifies the procedure for which it is necessary to test the effectiveness of drugs, stimulants of seed germination;
- the efficiency of autolyzed yeast «*Saccharomyces cerevisiae*» held on a number of crops verification has proved the advantages of autolyze in comparison with drug stimulants used in the agricultural production.

Keywords: presowing seed autolysates, yields, carbon dioxide concentration, stimulation

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, V. 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 sakharной svekle* [Albite on cereals and sugar beet]. Zashchita i karantin rasteniy [Plant Protection and Quarantine], 2006, № 6. pp. 26-27.
4. 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]. Agrokimiya [Agricultural chemistry]. 1996. N. 8-9. pp. 117-122.
5. Burmistrova T.I., Udintsev S.N., Tereshchenko N.N., Zhilyakova T.P., Sysoeva L.N., Trunova N.M. *Vliyanie kompleksnogo preparata guminovykh kislot i mikroelementov na urozhaynost' i ustoychivost' k boleznyam yarovoy pshenitsy* [Influence of complex preparation of humic acids and trace elements on the yield and disease resistance of spring wheat]. Agrokimiya [Agricultural chemistry]. 2011. N. 9. pp. 64-67.
6. Gonik S.A. *Izuchenie deystviya PABK na yarovuyu pshenitsu* [Studying the action of PABA on spring wheat]. Sb. Khimicheskie mutageny i para-aminobenzoynaya kislota v povyshenii urozhaynosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Moscow: Nauka, 1989. pp. 94-98.
7. Grinev V.S., Lyubun' E.V., Egorova A.Yu. *Rostreguliruyushchaya aktivnost' benzo-(2,3-b)-1,4-diaza- i benzo-1-aza-4-oxa-bitsiklo (3.3.0) oktan-8-onov na rasteniyakh myagkoy pshenitsy* [Height adjustable Activity benzo (2,3-b) -1,4-diaza-benzo and 1-aza-4-oxa-bicyclo (3.3.0) octan-8-ones on plants of common wheat]. Agrokimiya [Agricultural chemistry], 2011, N. 3. pp. 46-50.
8. Dvornik V.Ya., Kavunets V.P., Mishchenko V.I. *Vliyanie predposevnoy stimulyatsii semyan na urozhaynost' zernovykh kul'tur* [Influence of pre-stimulation of seeds on cereals]. Sb. nauchn. tr. Selekttsiya, semenovodstvo i sortovaya agrotekhnika 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. Isaeva O.V., Glushakova A.M., Garbuz S.A., Kachalkin A.V., Chernov Yu.I. *Endofitnye drozhzhnyye griby v zapasayushchikh tkanyakh rasteniy* [Endophytic yeasts in storage tissues of plants]. Izvestiya RAN, seriya biologicheskaya, 2010. N. 1. pp. 34-43.
11. Kabuzenko S.N., Blokhin V.G., Kopylov N.I. *Vliyanie biologicheskii aktivnykh veshchestv na prorastanie semyan i rost prorstkov kul'turnykh rasteniy na fone zasoleniya* [Influence of biologically active substances on the seed germination and seedling growth of crops in the background salinity]. Sb. nauchn. tr. Regulatory 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. Kozhukhar' T.V., Kirichenko E.V., Kokhan S.S. *Vliyanie mineral'nykh udobreniy i predposevnoy obrabotki semyan biologicheskimi preparatami na sodержание khlorofilla v list'yakh ozimoy pshenitsy* [Influence of fertilizers and pre-sowing treatment of biological agents on the content of chlorophyll in leaves of winter wheat]. *Agrokimiya* [Agricultural chemistry], 2010, № 1. pp. 61-67.
13. Kravets A.V., Bobrovskaya D.L., Kasimova L.V., Zotikova A.P. *Predposevnaya obrabotka semyan yarovoy pshenitsy guminovym preparatom iz torfa* [Seed pre-treatment of spring wheat humic substances from peat]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2011, № 4 (78). pp. 22-24.
14. Kurkina Yu.N., Gazmanov R.O., Kochetov V.M. *Vliyanie 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 Estestvennye nauki* [Scientific statements. A series of natural sciences], 2010, № 9 (8). V. 11. pp. 59-64.
15. 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.
16. 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.
17. Obrucheva N.V., Antipova O.V. *Fiziologiya initsiatsii prorastaniya semyan* [Physiology initiation of seed germination]. *Fiziologiya rasteniy* [Vegetable physiology], 1997. T. 44. N. 2. pp. 287-302.
18. Rakhmankulova Z.F., Fedyaev V.V., Rakhmatullina S.R., Ivanov S.P., Gil'vanova I.R., Usmanov I.Yu. *Vliyanie predposevnoy obrabotki semyan pshenitsy salitsilovoy kislotoy na ee endogennoe sodержание, aktivnost' dykhatel'nykh putey i antioksidantnyy balans rasteniy* [Influence of pre-sowing treatment of wheat salicylic acid content of its endogenous activity of the respiratory tract and antioxidant balance of plant]. *Fiziologiya rasteniy* [Plant Physiology], 2010. T. 57. N. 6. pp. 835-840.
19. Rakhmatullina S.R., Fedyaev V.V., Talipov R.F., Rakhmankulova Z.F. *Vliyanie preparata riflala na morfologicheskie parametry prorostkov pshenitsy pri normal'nom i defitsitnom mineral'nom pitanii* [Effect of the drug on the morphological and physiological parameters riflax wheat seedlings under normal and deficient mineral nutrition]. *Agrokimiya* [Agricultural chemistry], 2007. N. 5. pp. 42-48.
20. Rogozhin V.V., Sabardakhova M.E., Popova A.S. *Deystvie strofantina na prorastanie semyan* [Action strofantina on seed germination], *Izvestiya TSKhA*, 1996. V. 4. pp. 211-217.
21. 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. N. 10. pp. 39-47.
22. Sechnyak L.K., Kindruk N.A., Slyusarenko O.K., Ivashchenko V.G., Kuznetsov E.D. *Ekologiya semyan pshenitsy* [Ecology wheat seeds]. Moscow: Kolos, 1983, 349 p.
23. Fedotov G.N., Fedotova M.F. *Metodika otsenki posevnykh kachestv semyan* [Methods of assessing the quality of seeds sown], *Rol' pochv v biosfere. Trudy Instituta ekologicheskogo pochvovedeniya Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta im. M.V. Lomonosova*. V. 15, 2015, pp. 23-42.
24. Fedotov G.N., Fedotova M.F., Shalaev V.S., Batyrev Yu.P. *K voprosu o stimulyatsii prorastaniya semyan s neglubokim pokoem* [The issue of stimulation germination of seed with superficial rest]. *Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik*, 2016. N. 4(75), T. 20, pp. 64-75.
25. Khataeva L.Yu., Orlova N.S., Klochkova I.N., Suslova T.A., Noritsina M.V. *Izuchenie vliyaniya nekotorykh novykh geterotsiklicheskiykh soedineniy na produktivnost' i biokhicheskii sostav sortov pshenitsy i tritikale* [The influence of some new heterocyclic compounds on productivity and chemical composition of wheat and triticale]. *Sb. Voprosy genetiki i selektsii zernovykh kul'tur na yugo-vostoke Rossii*, Saratovskiy sel'sko-khozyaystvennyy institut, 1993, pp. 141-147.
26. Khristeva L.A., Galushka A.M. *Effektivnost' primeneniya fiziologicheskii aktivnykh guminovykh veshchestv dlya predposevnoy obrabotki semyan* [Efficacy of physiologically active humic substances for treatment of seeds]. *Sb. nauchn. tr. Teoriya i praktika predposevnoy obrabotki semyan*. Kiev: YuO VASKhNIL, 1984. pp. 16-20.
27. Chzhan Sh., Van M.I., Khu L.Ya., Van S.Sh., Khu K.D., Bao L.I., Lo I.P. *Serovodorod stimulyruet prorastanie semyan pshenitsy pri osmoticheskom stresse* [Hydrogen sulfide stimulates the germination of wheat seeds under osmotic stress]. *Fiziologiya rasteniy* [Vegetable physiology], 2010. T. 57. N. 4, pp. 571-579.
28. Shakirova F.M., Nurgalieva R.V., Isaev R.F., Maslennikova D.R., Fatkhutdinova R.A., Bezrukova M.V., Lubyanova A.R., Aval'baev A.M., Sakhabutdinova A.R., Khlebnikova T.D. *Vliyanie fetila na gormonal'nyy status rasteniy pshenitsy v ontogeneze v svyazi s ustoychivost'yu k Tilletia caries (DC) Tul* [Influence phenyl on the hormonal status of wheat plants in ontogenesis in connection with resistance to Tilletia caries (DC) Tul]. *Agrokimiya* [Agricultural chemistry], 2009. N. 3, pp. 40-44.
29. Shakirova F.M., Sakhabutdinova A.R., Ishdavletova R.S., Lastochkina O.V. *Vliyanie predobrabotki metilzhasmonatom na ustoychivost' prorostkov pshenitsy k solevomu stressu* [Effect of pretreatment of methyl jasmonate on the stability of wheat seedlings to salt stress]. *Agrokimiya* [Agricultural chemistry], 2010. N. 7, pp. 26-32.
30. Shirokikh I.G., Abubakirova R.I., Karpova E.M., Kuchin A.V. *Otsenka Na-soley summy triterpenovykh kislot Abies sibirica L. V kachestve regulatora rosta i stressprotektora yarovoy pshenitsy* [Evaluation of Na-salts sum of triterpenic acids Abies sibirica L. As a growth regulator and stressprotektora spring wheat]. *Agrokimiya* [Agricultural chemistry], 2007, № 1, pp. 52-56.
31. Shcherbakov A.V., Zaplatkin A.N., Chebotar' V.K. *Endofitnye bakterii, naseluyushchie semena pshenitsy, perspektivnye produkty mikrobykh preparatov dlya sel'skogo khozyaystva* [Endophytic bacteria inhabiting wheat seeds, prospective producers of microbial preparations for agriculture]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2013. № 7. pp. 35-38.
32. Eyges N.S. *Vliyanie PABK na sorta ozimoy pshenitsy v usloviyakh proizvodstvennogo opyta* [Effect of PABA on the winter wheat in the conditions of production experience]. *Sb. Khimicheskie mutageny i para-aminobenzoyanaya kislota v povyshenii urozhaynosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur*. Nauka, 1989, pp. 38-64.