

ОЦЕНКА ПОСЕВНЫХ КАЧЕСТВ СЕМЯН

Г.Н. ФЕДОТОВ, *вед. науч. сотрудник МГУ им М.В. Ломоносова, д-р биол. наук*⁽¹⁾,
М.Ф. ФЕДОТОВА, *науч. сотрудник МГУЛ*⁽²⁾,
В.С. ШАЛАЕВ, *проф. МГУЛ, д-р техн. наук*⁽²⁾,
Ю.П. БАТЫРЕВ, *доц. МГУЛ, канд. техн. наук*⁽²⁾,
С.Б. ВАСИЛЬЕВ, *доц. МГУЛ, канд. с.-х. наук*⁽²⁾,
Д.А. НОВИКОВ, *аспирант МГУЛ*⁽²⁾

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

⁽¹⁾ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова, Институт экологического почвоведения
119991, Москва, Ленинские горы

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

Повышение урожайности выращиваемых культур за счет повышения посевных качеств семян при их предпосевной обработке с использованием физических воздействий или биологически активных препаратов потенциально является чрезвычайно перспективным приемом увеличения доходов лесохозяйственных и сельскохозяйственных предприятий. Однако для внедрения этого приема в практику эффект от обработки должен быть достаточно значимым и воспроизводимым. Одним из основных условий для успешного проведения исследований по разработке и выбору воздействий и препаратов для стимуляции прорастания семян является наличие высокопроизводительной и достаточно простой методики, позволяющей получать статистически значимые результаты. В настоящее время при проведении исследований оценку проводят по конечному результату – урожайности, изменению размеров и массы вегетативных органов растений, по всхожести (энергии прорастания) или по физиологическим показателям (активности ферментов, содержанию биологически активных веществ и т. д.). Однако все эти исследования достаточно трудоемки и длительны, требуют от недели (по всхожести) до месяцев (по урожайности) временных затрат. Наличие высокопроизводительной, простой методики, позволяющей проводить оценку посевных качеств семян с высокой точностью, позволило бы решить и ряд других не менее актуальных задач: выбрать из имеющихся в наличии или предлагаемых фирмами для закупки семена, обладающие лучшими посевными качествами; выбрать из набора фунгицидов препараты, которые не ухудшат посевные качества планируемых для посева семян; оценить возможность эффективного использования стимуляторов совместно с фунгицидами на выбранных для посева семенах; определить время до посева, за которое можно обрабатывать семена стимуляторами, без потери эффекта стимуляции на конкретных семенах. В статье приведено описание методики, позволяющей различать семена зерновых культур при отличии посевных качеств более чем на 8-10%, а также некоторые результаты ее экспериментальной реализации. Представленные данные подтверждают пригодность использования разработанной методики для выбора семян с лучшими посевными качествами в конкретных условиях выращивания.

Ключевые слова: урожайность, посевные качества семян, предпосевная обработка семян, скорость прорастания и роста, механохимическая активация, гуматы

Повышение урожайности выращиваемых культур за счет повышения посевных качеств семян при их предпосевной обработке [26] с использованием физических воздействий [9, 10, 15, 18, 26] или биологически активных препаратов потенциально является чрезвычайно перспективным приемом увеличения доходов лесохозяйственных и сельскохозяйственных предприятий. Однако для внедрения этого приема в практику эффект от обработки должен быть достаточно значимым и воспроизводимым.

Одним из основных условий для успешного проведения исследований по разработке и выбору воздействий и препаратов для стимуляции прорастания семян (БАП) является наличие высокопроизводительной

и достаточно простой методики, позволяющей получать статистически значимые результаты с ошибкой не выше 5 % при 95 % уровне значимости. Связано это с достаточно небольшим влиянием стимулирующих воздействий на прорастание семян, величина которых редко превышает 10–15 % [10]. При большей ошибке метода эффект стимуляции такой величины обнаружить практически невозможно.

В настоящее время при проведении исследований оценку проводят по конечному результату – урожайности [1, 3, 5, 7, 9, 12, 14, 16, 17, 24, 27, 28, 30, 33], изменению размеров и массы вегетативных органов растений [1, 4, 7, 8, 17, 21, 22, 24, 27, 30, 31, 32, 33], по всхожести (энергии прорастания) [1,

2, 7, 11, 17, 23, 28, 29, 31] или по физиологическим показателям (активности ферментов, содержанию биологически активных веществ и т. д.) [4, 7, 11, 12, 21, 22, 27, 31]. Однако все эти исследования достаточно трудоемки и длительны, требуют от недели (по всхожести) до месяцев (по урожайности) временных затрат.

Наличие высокопроизводительной, простой методики, позволяющей проводить оценку посевных качеств семян с высокой точностью, позволило бы решить и ряд других не менее актуальных задач:

- выбрать из имеющихся в наличии или предлагаемых фирмами для закупки семян, обладающие лучшими посевными качествами;
- выбрать из набора фунгицидов препараты, которые не ухудшат посевные качества планируемых для посева семян;
- оценить возможность эффективно использования стимуляторов совместно с фунгицидами на выбранных для посева семенах;
- определить время до посева, за которое можно обрабатывать семена стимуляторами, без потери эффекта стимуляции на конкретных семенах.

В связи с вышеизложенным целью работы явилось создание высокопроизводительной, простой и точной методики, позволяющей различать семена зерновых и хвойных культур при отличии посевных качеств более чем на 8–10%.

В основу разрабатываемой методики решили положить энергетический подход. Как известно, начало роста при прорастании семян зерновых является результатом процессов, происходящих в два этапа, на первом из которых, активируется основной метаболизм (усиление дыхания, мобилизация запасных отложений), а на втором активируются процессы, подготавливающие растяжение клеток [13]. Таким образом, посевные качества семян должны коррелировать со скоростью биохимических процессов на стадии прорастания семян, при прохождении которых в семенах должна затрачиваться энергия. Следовательно, при росте ско-

рости активации биохимических процессов должно возрастать количество производимой и потребляемой в семенах энергии. В связи с тем, что энергия в семенах образуется при окислении запасенных органических веществ, возрастание потребления энергии должно приводить к усилению дыхания семян и возрастанию количества выделяемой ими углекислоты. В результате концентрация углекислоты в замкнутом объеме, в который можно поместить прорастающие семена, должна характеризовать, при прочих равных условиях эксперимента, интенсивность прохождения биохимических процессов в семенах. Сравнение количества углекислоты, выделяемой на среднюю зерновку, дает возможность оценивать посевные качества семян.

В работе в качестве объектов исследования использовали семена:

- 1) озимой пшеницы сортов «Галина», «Московская 39» и экспериментальный образец озимой пшеницы ФГБНУ ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова сорт «Л-15 №222»;
- 2) яровой пшеницы сортов «Эстер», «Юбилейная 80», «Злата»;
- 3) ярового ячменя сортов «Московский 86», «Нур», «Владимир»;
- 4) озимой ржи сортов «Валдай», «Татьяна», «Московская 12»;
- 5) озимого тритикале сортов «Гермес», Немчиновский 56», «Нина».

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

На первом этапе исследования было необходимо выяснить количество семян, количество воды, объем емкостей, температуру и время проведения эксперимента. Последние параметры было необходимо выбрать, основываясь на удобстве работы. В связи с этим эксперименты решили проводить в течение суток при комнатной температуре. Отрабатывали методику на озимой пшенице сорта «Экспериментальная». Семена этой пшеницы достаточно сильно отличаются по

размеру и для исследования выбирали средние зерновки. Брали разное количество семян, взвешенных с точностью до 0,01 г, и помещали в 2 стаканчика объемом по 100 мл. После добавления к семенам воды стаканчики с семенами и водой ставили в емкость на 1 сутки. Использовали емкости разного размера. Количество воды было выбрано из данных по содержанию воды в семенах, необходимого для запуска всех биохимических процессов. Как следует из литературы [19], оно составляет около 70 % от веса семян. Брали 2-кратный избыток.

Из проведенных экспериментов были выбраны условия реализации методики. Следовало использовать емкости объемом 3 литра, помещая в них по 150 семян (75 семян в 1 стаканчик) и 3,75 г воды. Навеску семян контролировали с точностью до 0,01 г. Ошибка опытов при 95% уровне значимости не превышала 6 %. При использовании емкостей меньшего размера или большего количества семян концентрация углекислоты возрастала за сутки слишком сильно, превышая возможности используемого прибора.

Наряду с экспрессностью, простотой и точностью, делающими данную методику, на наш взгляд, перспективной для сельского и лесного хозяйства, был негативный момент, затрудняющий ее внедрение – необходимо было выбирать средние семена. Подобный отбор, во-первых, требует много времени. Во-вторых, оценивая поведение «средних» зерновок, мы не можем быть уверенны, что все зерновки будут вести себя аналогичным образом. В общей массе семян количество «средних» может сильно варьировать. Как следствие, все преимущества предлагаемого варианта методики с отбором «средних» семян исчезают, так как мы не можем давать достоверных прогнозов на поведение всего посевного материала.

Таким образом, результатом выполнения первого этапа работы стало понимание того, что нужно дорабатывать методику, обеспечив переход от количества с определенным весом средних семян к навеске «невыбираемого» семенного материала.

Первые же проведенные эксперименты с навесками несортированных семян показали, что ошибка определения заметно возрастает, но причина этого сначала не была понятна. Однако в процессе проведения экспериментов обратили внимание на то, что при помещении навески семян в стаканчик с навеской воды не все семена погружались в воду даже при старательных попытках их «притопить». Многие из них продолжали находиться на поверхности воды, причем их количество варьировало достаточно сильно. Это позволило предположить существование гидрофобных свойств у семян.

Было также отмечено одно весьма интересное свойство семян – при помещении на поверхность воды семена с расстояния 10–15 мм начинают двигаться навстречу друг другу. Причем движение происходит с ускорением, а семена во время движения стараются развернуться, чтобы соприкоснуться концевыми участками. Данное явление, по-видимому, является следствием капиллярного эффекта. Между гидрофобными частицами уровень воды ниже, и частицы начинают двигаться вниз под действием силы тяжести. Чем ближе частицы друг к другу, тем больше глубина «ям» между ними, и тем быстрее они двигаются.

Мы предположили, что различие в гидрофобных свойствах семян и, как следствие, в их взаимодействии с водой вполне может обеспечить наблюдаемую невоспроизводимость результатов. Для устранения этого эффекта было необходимо обеспечить принудительно одинаковый контакт семян с водой. Поэтому мы внесли изменение в методику – после помещения в стаканчик семян их засыпали песком, а затем добавляли воду. В этом случае семена контактируют с песчинками, по поверхности которых к ним может поступать вода, и не могут всплывать, меняя поверхность соприкосновения с водой.

При отработке нового варианта методики было изучено влияние навесок семян, воды и песка на концентрацию углекислоты и воспроизводимость получаемых данных. В результате рекомендуемый для использова-

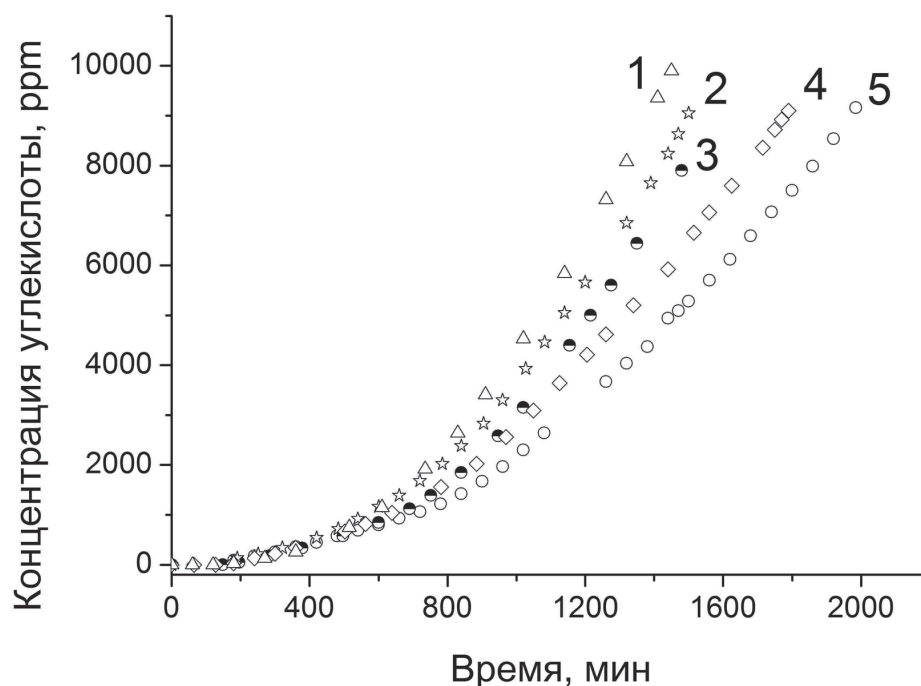


Рисунок. Изменение концентрации углекислоты во времени в емкостях объемом 3 литра при помещении в них 5 г семян различных культур, 5 г воды и 20 г песка: 1 – яровой ячмень сорт «Нур»; 2 – озимая рожь сорт «Московская 12»; 3 – яровая пшеница сорт «МИС»; 4 – озимый тритикале сорт «Гермес»; 5 – экспериментальный образец озимой пшеницы

Figure. The change in concentration of carbon dioxide in time in a 3-liter containers when placed therein 5 g of seeds of various crops, 5 g water and 20 g of sand: 1 - spring barley cultivar «Nur»; 2 - winter rye cultivar «Moscow 12»; 3 - spring wheat cultivar «MIS»; 4 - winter triticale cultivar «Hermes»; 5 - an experimental model of winter wheat

ния вариант методики, заключается в помещении 5 г семян в 2 пластиковых стаканчика объемом 100 мл (по 2,5 г в каждый), засыпке в каждый стаканчик по 10 г песка и добавлении по 2,5 г воды. После этого стаканчики помещают в 3 л емкость, которую тщательно закрывают пластиковыми крышками, в которых вырезают отверстия под зонд прибора. В отверстия крышек изнутри вставляют резиновые пробки. Пробки при измерении выдавливают внутрь банок, и они падают на дно, а на их место вставляют зонд прибора.

Для подтверждения правильности выбора времени проведения опыта было изучено изменение концентрации углекислоты в 3 л емкостях во времени для различных культур (рисунок).

Из полученных данных хорошо видно, что для всех культур в условиях эксперимента происходит изменение скорости выделения углекислоты. Кривые состоят из 2 участков. Начального – более пологого, на

котором разные культуры мало различимы между собой. По прошествии 800–900 мин. скорость выделения углекислоты возрастает, причем для каждой культуры наблюдается своя скорость выделения углекислоты, при этом разные культуры хорошо различимы между собой, по концентрациям, которые они создают в герметичных емкостях. Полученные результаты позволяют выбрать время проведения эксперимента 16–28 ч. Нижняя граница определяется сменой скорости выделения углекислоты, а верхняя – возможностями используемого прибора и необходимостью проведения экспериментов за минимальное время, а также удобством проведения экспериментов. Время одни сутки удовлетворяет всем перечисленным выше условиям.

Ошибка при проведении эксперимента в соответствии с приведенной методикой не превышает 5 % при 95 % уровне значимости при 6–7 кратной повторности.

**Активность биохимических процессов на начальной
стадии прорастания семян в различных условиях**
Activity of biochemical processes at the initial stage of germination under different conditions

Культура	Сорт	Оптимальные условия, мг CO ₂ на 1000 семян	Засоление, мг CO ₂ на 1000 семян	Дефицит влаги, мг CO ₂ на 1000 семян	Вес 1000 семян, г
Яровая пшеница	Злата	291,5	131,5	159,0	33,27
	Эстер	197,2	84,2	122,9	27,62
	Юбилейная 80	211,9	109,7	131,3	26,70
Тритикале	Нина	518,6	334,2	346,3	51,10
	Гермес	333,0	214,9	243,8	49,03
	Немчиновский 56	339,6	191,1	217,4	40,05
Озимая рожь	Валдай	297,0	166,3	191,7	35,1
	Московская 12	276,1	153,0	170,1	31,74
	Татьяна	331,8	175,6	206,9	31,00
Озимая пшеница	Галина	173,3	120,1	131,2	50,88
	Московская 39	198,0	104,7	127,5	42,25
	Экспериментальная	162,4	103,9	116,3	36,90
Яровой ячмень	Владимир	398,3	226,3	277,4	45,97
	Московский 86	445,8	250,0	310,2	45,21
	Нур	395,9	206,6	268,8	40,99

Необходимо отметить, что при изучении предлагаемым методом посевных качеств семян и их изменения под влиянием препаратов и различных стимулирующих воздействий необходимо учитывать, что испытания проводятся в близких к оптимальным условиям (температура, влажность, отсутствие поллютантов и т. д.). В природных условиях все совершенно иначе – стресс-факторы присутствуют практически всегда. Можно ожидать, что посевные качества семян и величина их изменения будет отличаться при наличии или отсутствии стресс-факторов.

Из этого следует, что испытания по оценке семян и эффективности применения стимуляторов следует проводить не только в условиях близких к оптимальным, но и при наличии действующих на семена и развивающиеся из них растения негативных факторов, характерных для условий выращивания.

В ряде работ [2, 11, 22, 29, 31, 32] изучали воздействие стимуляторов в условиях стресса и некоторые авторы [2] пока-

зали возрастание эффекта от их использования в сравнении с применением в условиях близких к оптимальным для развития семян и растений. Т. о. изучать посевные качества семян и эффективность стимулирующих препаратов необходимо в условиях характерных для выращивания конкретных семян или прогнозируемых на период выращивания стрессовых воздействий.

Преимущество предлагаемой методики состоит в том, что с ее помощью можно оценивать посевные качества семян не только в условиях близких к оптимальным, добавляя к семенам воду, но и в условиях, имитирующих те или иные стресс-факторы, заменив воду соответствующими растворами. Подобные подходы хорошо известны по литературе [2, 29–32]. Для имитации засоления часто используют растворы хлорида натрия, а для имитации недостатка влаги – водные растворы полиэтиленгликоля (ПЭГ), вещества снижающего доступность воды из раствора, но нетоксичного для растений. «Сила воздействия» стресс-фактора не должна быть

чрезмерной, чтобы полностью не угнетать растения, и в то же время она должна быть достаточно велика, чтобы на фоне угнетения можно было увидеть разницу между посевными качествами семян. По предлагаемой методике должно наблюдаться снижение выделения углекислоты в 1,5–2 раза, что, как показали эксперименты, соответствует 1 % раствору хлорида натрия или 5 % раствору ПЭГ.

Для проверки эффективности применения разработанной методики провели опыты по сравнению посевных качеств семян яровой и озимой пшениц, ячменя, ржи и озимого тритикале разных сортов в условиях близких к оптимальным (с водой), в условиях имитирующих засоление (1 % раствор хлорида натрия) и недостаток влаги (5 % раствор ПЭГ). Сравнивали между собой семена трех сортов каждой культуры, с целью найти в каждой группе (тройке) семена с лучшими посевными качествами. В связи с тем, что посевные качества посевного материала определяются интенсивностью биохимических процессов в средней зерновке, сравнивали выделение углекислоты 1000 семян.

При отсутствии подобной методики задача правильного выбора семян для посева не является простой. Необходимы критерии, которыми следует руководствоваться. Как правило, к подобным критериям относят всхожесть семян, энергию прорастания и массу семян. Причем у качественных семян, которые предлагаются различными фирмами, первые два показателя достаточно высоки и значимо для семян разных сортов могут не отличаться. В результате выбор семян, казалось бы, надо проводить по максимальной средней массе зерновки, полагая – чем крупнее семена, тем они качественнее. Однако подобный подход, как известно из литературы [33], оказывается не всегда правильным, и полученные результаты это подтверждают (табл.).

В таблице все культуры расположены по возрастанию веса 1000 семян в сравниваемых «тройках». При этом хорошо видно, что биохимическая активность на начальных этапах развития семян ни для одной

культуры полностью не коррелирует с весом семян.

Среди трех сортов яровой пшеницы самыми крупными оказались семена сорта «Злата», затем расположились сорта «Эстер» и «Юбилейная 80». При этом «Эстер» уступает другим сортам по активности биохимических процессов во всех случаях. В данном случае для посева имеет смысл брать семена сорта «Злата» их посевные качества выше как в условиях близких к оптимальным, так и при засолении и дефиците влаги.

Весьма интересные данные получены для тритикале. Сорт «Нина» отличается по весу 1000 семян всего на 4 %, но активность биохимических процессов у семян этого сорта выше при всех условиях почти на 30 %. Семена сорта «Немчиновский 56» почти на 20 % легче семян сорта «Гермес», но несколько превосходят их по активности биохимических процессов в условиях близких к оптимальным, немного уступая в условиях засоления и дефицита влаги.

Озимая рожь сорта «Татьяна», уступая другим сортам по весу 1000 семян, имеет при всех условиях заметно лучшие посевные качества, и для посева следует выбрать именно этот сорт.

Сложность выбора при анализе данных по озимой пшенице состоит в том, что сорт «Галина», имея более крупные семена (20–25%), уступает по активности биохимических процессов сорту «Московская 39» более чем 10 % при прорастании в условиях близких к оптимальным. Однако при прорастании в условиях засоления более чем на 15 % превосходит другие сорта. При недостатке влаги несколько уступает другим пшеница сорта «Экспериментальная». Выбирая из этой группы сорт для посева, необходимо руководствоваться предполагаемыми метеоусловиями.

Сравнение результатов, полученных для ярового ячменя, свидетельствует, что лучшими посевными качествами обладает сорт «Московский 86», хотя по весу 1000 семян он несколько уступает сорту «Владимир».

Из представленных данных видно, что разработанная методика позволяет выбрать семена с лучшими посевными качествами в конкретных условиях выращивания. Последнее замечание крайне важно, так как каждый сорт выводили для конкретных условий выращивания, и он имеет различную генетически обусловленную устойчивость к конкретным стресс-факторам. Поэтому одни сорта лучшие в условиях близких к оптимальным уступают другим сортам в условиях действия стресс-факторов. Это заметно по уровню снижения активности биохимических процессов для разных сортов при засолении и недостатке влаги по сравнению с условиями близкими к оптимальным.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о пригодности разработанной методики для выбора семян с оптимальными посевными качествами.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, 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. Дорошкевич // 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. Рябчинская, В.Ф. Рукин // 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. Кадошникова // 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, Т.П. Жиликова, Л.Н. Сысоева, Н.М. Трунова // Агрохимия, 2011. – № 9. – С. 64–67.
6. Вардапетян, Р.Р. Биохимические механизмы действия гиббереллина на прорастание изолированных зародышей пшеницы: дисс. ... д-ра биол. наук / Р.Р. Вардапетян. – Ереван, 1970. – 47 с.
7. Гоник, С.А. Изучение действия ПАБК на яровую пшеницу / С.А. Гоник // Сб. Химические мутагены и пара-аминобензойная кислота в повышении урожайности с.-х. культур. – М.: Наука, 1989. – С. 94–98.
8. 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.
9. 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.
10. Дмитриев, А.М. Стимуляция роста растений. Монография / А.М. Дмитриев, Л.К. Страцкевич. – Минск: Ураджай, 1986. – 118 с.
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. Колесова, Т.К. Приемы повышения посевных качеств семян пшеницы: дисс. ... канд. с.-х. наук. – Якутск, 2003. – 149 с.
14. 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 ГАУ, 2011. – № 4 (78). – С. 22–24.
15. Крокер, В. Физиология семян. / В. Крокер, Л. М. Бартон // Иностран. литер, 1955. – С. 157–170.
16. 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.
17. 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.: ИОО ВАСХНИЛ, 1984. – С. 20–27.
18. Николаева, М.Г. Справочник по проращиванию покоящихся семян // М.Г. Николаева, М.В. Разумова, В. Н. Гладкова. – Л.: Наука, 1985. – 347 с.
19. Обручева, Н.В. Физиология инициации прорастания семян / Н.В. Обручева, О.В. Антипова // Физиология растений, 1997. – Т. 44. – № 2. – С. 287–302.
20. Рапопорт И.А. Действие ПАБК в связи с генетической структурой / Сб. Химические мутагены и пара-аминобензойная кислота в повышении урожайности сельскохозяйственных культур. – М.: Наука, 1989. – С. 3–37.

21. 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, С.П. Иванов, И.Р. Гильванова, И.Ю. Усманов // Физиология растений, 2010. – Т. 57. – № 6. – С. 835–840.
22. 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.
23. 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.
24. Рябчинская, 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.
25. Сечняк, Л.К. Экология семян пшеницы / Л.К. Сечняк, Н.А. Киндрук, О.К. Слюсаренко, В.Г. Иващенко, Е.Д. Кузнецов. – М.: Колос, 1983. – 349 с.
26. 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.
27. 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, Т.А. Суслова, М.В. Норицина // Сб. Вопросы генетики и селекции зерновых культур на юго-востоке России, Саратовский сельскохозяйственный институт, 1993. – С. 141–147.
28. Христева, Л.А. Эффективность применения физиологически активных гумусовых веществ для предпосевной обработки семян / Л.А. Христева, А.М. Галушка // Сб. науч. тр. Теория и практика предпосевной обработки семян. – К.: ЮО ВАСХНИЛ, 1984. – С. 16–20.
29. 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.
30. 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. Нургалиева, Р.Ф. Исаев, Д.Р. Масленникова, Р.А. Фатхутдинова, М.В. Безрукова, А.Р. Лубянова, А.М. Авальбаев, А.Р. Сахабутдинова, Т.Д. Хлебникова // Агрохимия, 2009. – № 3. – С. 40–44.
31. Шакирова, Ф.М. Влияние предобработки метилжасмонатом на устойчивость проростков пшеницы к солевому стрессу / Ф.М. Шакирова, А.Р. Сахабутдинова, Р.С. Ишдавлетова, О.В. Ласточкина // Агрохимия, 2010. – № 7. – С. 26–32.
32. 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, А.В. Кучин // Агрохимия, 2007. – № 1. – С. 52–56.
33. Эйгес, Н.С. Влияние ПАБК на сорта озимой пшеницы в условиях производственного опыта / Н.С. Эйгес // Сб. Химические мутагены и пара-аминобензойная кислота в повышении урожайности сельскохозяйственных культур. – М.: Наука, 1989. – С. 38–64.

THE EVALUATION OF SEEDS SOWING QUALITY

Fedotov G.N., Lomonosov Moscow State University, Dr. Sci. (Biol.)⁽¹⁾; **Fedotova M.F.**, MSFU⁽²⁾; **Shalaev V.S.**, Prof. MSFU, Dr. Sci. (Tech.)⁽²⁾; **Batyrev Yu.P.**, Assoc. Prof. MSFU, Ph.D. (Tech.)⁽²⁾; **Vasil'ev S.B.**, Assoc. Prof. MSFU, Ph.D. (Agricultural)⁽²⁾; **Novikov D.A.**, pg. MSFU⁽²⁾

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

⁽¹⁾Lomonosov Moscow State University, Russia, 119991, Moscow, 1-51 Leninskiye Gory

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

Increasing the yield of crops by improving the quality of seeds sown in their pre-treatment using physical effects or potentially biologically active compounds is an extremely promising method for increasing the income of forestry and agricultural enterprises. However, to implement this method the effect of treatment must be sufficient and reproducible. One of the main conditions for a successful research in the development and selection of the actions and drugs to stimulate seed germination is the presence of high-dos and simple methodology to obtain statistically significant results. Currently research evaluation is carried out by the final result - yields, changes in the size and weight of the vegetative organs of plants for germination (vigor) or physiological parameters (enzyme activity, the content of biologically active substances and etc.). However, all these studies are quite laborious and lengthy and require from a week (for germination) to months (to yield). The presence of a high-performance, simple methodology to assess the quality of seeds sown with high precision would solve a number of other equally topical tasks: the choice from available or offered for the purchase by companies seeds, sowing with better qualities; the choice from a set of fungicides drugs that do not degrade the quality of the planned sowing seeds for sowing; the evaluation of the possibility of the effective use of stimulants together with fungicides on selected seeds for sowing; to determine the time of seeds sowing that can be treated by stimulators without losing the effect of stimulation on the specific seed. The paper describes the methodology to distinguish the seeds of grain crops at sowing qualities with a difference of more than 8-10%, as well as some experimental results of its implementation. The data presented confirm the suitability of the developed technique for selecting the best seed sowing qualities in specific growing conditions.

Keywords: yield, sowing qualities of seeds, seed pre-treatment, germination rate and growth, mechano-chemical activation, humate

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-aminobenzoyanaya 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], *Agrokhiimiya* [Agricultural chemistry], 1996, № 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* [The influence of complex preparation of humic acids and trace elements on yield and disease resistance of spring wheat]. *Agrokhiimiya* [Agricultural chemistry], 2011, № 9, pp. 64-67.
6. Vardapetyan R.R. *Biokhimicheskie mekhanizmy deystviya gibberellina na prorastanie izolirovannykh zarodyshey pshenitsy* [Biochemical mechanisms of action of gibberellin on germination of isolated wheat germ], Avtoreferat diss. d.b.n. Erevan, 1970, 47 p.
7. Gonik S.A. *Izuchenie deystviya PABK na yarovuyu pshenitsu* [Study of the effect of PABA on spring wheat], Sb. Khimicheskie mutageny i para-aminobenzoyanaya kislota v povyshenii urozhaynosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Moscow: Nauka, 1989, pp. 94-98.
8. Grinev V.S., Lyubun' E.V., Egorova A.Yu. *Rostreguliruyushchaya aktivnost' benzo-(2,3-b)-1,4-diaza- i benzo-1-aza-4-oksa-bitsiklo (3.3.0) oktan-8-onov na rasteniyakh myagkoy pshenitsy* [Growth-regulatory activity benzo (2,3-b) -1,4-diaza-benzo and 1-aza-4-oxa-bicyclo (3.3.0) octan-8-ones on wheat plants], *Agrokhiimiya* [Agricultural chemistry], 2011, № 3, pp. 46-50.
9. 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. 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.
10. Dmitriev A.M., Stratskevich L.K. *Stimulyatsiya rosta rasteniy* [Stimulation of plant growth], Pod red. N.F. Batygina. Minsk.: Uradszhay. 1986. 118 p.
11. Kabuzenko S.N., Blokhin V.G., Kopylov N.I. *Vliyanie biologicheskii aktivnykh veshchestv na prorastanie semyan i rost prorostkov 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 biological agents on the chlorophyll content in leaves of winter wheat] *Agrokhiimiya* [Agricultural chemistry] 2010, № 1, pp. 61-67.
13. Kolesova T.K. *Priemy povysheniya posevnykh kachestv semyan pshenitsy* [Methods of increase of sowing qualities of seeds of wheat]. Diss. kand. s-kh. nauk. Yakutsk. 2003. 149 p.
14. 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.
15. Kroker V., Barton L. *Fiziologiya semyan* [Seed physiology]. Moscow: Izd-vo Inostr. liter., 1955, pp. 157-170.
16. 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), Vol. 11, pp. 59-64.
17. 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. Kiev: YuO VASKhNIL, 1984, pp. 20-27.
18. 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.
19. Obrucheva N.V., Antipova O.V. *Fiziologiya initsiatsii prorastaniya semyan* [Physiology initiation of seed germination] *Fiziologiya rasteniy* [Vegetable physiology], 1997, V 44, № 2, pp. 287-302.
20. Rapoport I.A. *Deystvie PABK v svyazi s geneticheskoy strukturoy* [PABA action in connection with the genetic structure], Sb. Khimicheskie mutageny i para-aminobenzoyanaya kislota v povyshenii urozhaynosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Moscow: Nauka, 1989, pp. 3-37.

21. 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 sodержanie, aktivnost' dykhatel'nykh putey i antioksidantnyy balans rasteniy* [Effect of pre-sowing treatment of wheat salicylic acid content of its endogenous activity of the respiratory tract and antioxidant balance of plant], *Fiziologiya rasteniy* [Vegetable physiology], 2010, V. 57, № 6, pp. 835-840.
22. Rakhmatullina S.R., Fedyaev V.V., Talipov R.F., Rakhmankulova Z.F. *Vliyanie preparata rifal na morfofiziologicheskie parametry prorostkov pshenitsy pri normal'nom i defitsitnom mineral'nom pitanii* [Effect of the drug on the morphological and physiological parameters rital wheat seedlings under normal and deficient mineral nutrition], *Agrokimiya* [Agricultural chemistry], 2007, № 5, pp. 42-48.
23. Rogozhin V.V., Sabardakhova M.E., Popova A.S. *Deystvie strofantina na proroastanie semyan* [Action strofantina on seed germination], *Izvestiya TSKhA*, 1996, V. 4, pp. 211-217.
24. 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.
25. 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.
26. 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. Kiev: YuO VASKhNIL, 1984, pp. 5-16.
27. Khataeva L.Yu., Orlova N.S., Klochkova I.N., Suslova T.A., Noritsina M.V. *Izucheniye vliyaniya nekotorykh novykh geterosiklicheskiykh soedineniy na produktivnost' i biokhimicheskiy sostav sortov pshenitsy i tritikale* [Study of the influence of some new heterocyclic compounds on productivity and biochemical 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.
28. Khristeva L.A., Galushka A.M. *Effektivnost' primeneniya fiziologicheski 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.
29. Chzhan Sh., Van M.I., Khu L.Ya., Van S.Sh., Khu K.D., Bao L.I., Lo I.P. *Serovodorod stimuliruet proroastanie semyan pshenitsy pri osmoticheskom stresse* [Hydrogen sulfide stimulates the germination of wheat seeds under osmotic stress], *Fiziologiya rasteniy* [Vegetable physiology], 2010, V. 57, № 4, pp. 571-579.
30. 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* [Fetila influence on the hormonal status of wheat plants in ontogenesis in connection with resistance to *Tilletia caries* (DC) Tul], *Agrokimiya* [Agricultural chemistry], 2009, № 3, pp. 40-44.
31. 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, № 7, pp. 26-32.
32. 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.
33. Eyges N.S. *Vliyanie PABK na sorta ozimoy pshenitsy v usloviyakh proizvodstvennogo opyta* [Effect of PABA on the varieties of winter wheat in the conditions of work experience], Sb. Khimicheskie mutageny i para-aminobenzoynaya kislota v povyshenii urozhaynosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Moscow: Nauka, 1989, pp. 38-64.