

УДК: 631.5/9:632.95:634:628.5

Влияние протравителей семян на содержание некоторых микроэлементов в проростках ячменя (*Hordeum vulgare* L.)С.С.Позняк¹, Е.И.Позняк²¹Международный государственный экологический университет имени А.Д.Сахарова (Минск, Беларусь)²Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию (Жодино, Беларусь)

pazniak@iseu.by

Изучали влияние протравителей семян на содержание микроэлементов и тяжелых металлов в 7-дневных проростках ячменя сорта Гасцинец. Выявлено, что их уровень зависит от вида протравителя. Сделан вывод, что для протравливания семян ячменя целесообразно использовать протравители, которые оптимизируют микроэлементный состав растения, снижают уровень тяжелых металлов и в наименьшей мере загрязняют окружающую среду.

Ключевые слова: протравители, микроэлементы, тяжелые металлы, биологический потенциал продуктивности.

Effect of seed fungicides on the content of some microelements in barley seedlings (*Hordeum vulgare* L.)

S.S.Poznyak, Ye.I.Poznyak

The effect of seed fungicides on the content of microelements and heavy metals in 7-day seedlings of barley of Gastsinets cultivar has been studied. It has been shown that their level depends on the fungicide species. The conclusion has been made that for seed fungicides treatment the fungicides should be used which optimize plant microelements composition, decrease the level of heavy metals and are least polluting environment.

Key words: seed fungicides, microelements, heavy metals, biological potential of productivity.

Введение

Содержание остаточных количеств пестицидов, тяжелых металлов, нитратов, нитритов и других токсических соединений в продукции растениеводства необходимо контролировать наряду с анализами на качество продукции, поскольку транслокация металлов из почвы в растения зависит как от свойств почвы, так и от физиологических особенностей растений, а также от фазы их развития. В материалах Центральной опытной станции Всероссийского института удобрений и агрохимии (ЦОС ВИУА) содержатся сведения о динамике поступления микроэлементов в озимую пшеницу, где определяли их содержание в фазе кущения (когда отмечаются высокая степень поглощения питательных веществ и интенсивное нарастание биомассы), в фазе выхода в трубку и в фазе созревания (когда заканчивается формирование элементного химического состава растений и их репродуктивных органов). При этом в фазе кущения была выявлена максимальная концентрация всех указанных элементов в корнях и зеленой массе (Пронина, 2000). Снижение доступности микроэлементов в результате известкования почвы привело к уменьшению их поступления в биомассу озимой пшеницы на 20–40%. С ростом растений макро- и микроэлементы перераспределяются по их органам. При этом для меди и цинка устанавливается следующая закономерность по их содержанию: корни > солома > зерно. Минеральные удобрения и известь несущественно влияют на характер распределения изучаемых элементов в растениях. По данным Белгородского филиала ВИУА, под влиянием комплекса удобрения–пестициды–регулятор роста в зерне озимой пшеницы наблюдалось некоторое повышение содержания общего азота, отмечена тенденция к повышению содержания калия. Содержание железа и хлора по сравнению с абсолютным контролем повышалось, а алюминия, наоборот, понижалось (Воронина, 2008).

Известно, что биологический потенциал продуктивности зерновых культур формируется на начальных этапах развития растений – до окончания IV этапа органогенеза. В дальнейшем, при наступлении неблагоприятных почвенно-климатических условий произрастания в процессе вегетации растений происходит лишь редукция органов, которые обеспечивают формирование высокого урожая (Ахундова и др., 1994). Процессы формирования продуктивности сельскохозяйственных культур на ранних этапах развития изучены достаточно хорошо и широко описаны в имеющейся литературе. Вместе с тем в современной литературе практически отсутствуют сведения о влиянии химических средств защиты (пестицидов) на накопление микроэлементов и тяжелых металлов в растениях на

начальных стадиях развития, несмотря на то, что понимание этого процесса очень важно по нескольким причинам. Во-первых, с традиционной точки зрения важно выбрать такой препарат с соответствующим действующим веществом, который обеспечит максимальную защиту растения от комплекса болезней и вредителей. С другой стороны, необходимо отдать предпочтение тому препарату, который создаст наиболее «комфортные» условия для роста и развития растения на ранних этапах органогенеза, что в свою очередь приведет к формированию более высокого потенциала продуктивности (Позняк, 2008).

«Комфортные» условия произрастания подразумевают, что химический состав растений во все стадии роста не будет отличаться от оптимального. К сожалению, широко применяемые в настоящее время в производстве протравители для защиты прорастающих семян от комплекса болезней зачастую тормозят рост растений, что требует соответствующей корректировки норм высева и сроков сева.

Целью наших исследований являлось выявление особенностей физиологического действия основных фунгицидов для протравливания семян, которые рекомендованы для широкого применения в производственных условиях Республики Беларусь, на содержание микроэлементов в вегетативной массе на начальных этапах онтогенеза.

Методика

В качестве объекта исследований использован сорт ярового ячменя (*H. vulgare* L.) Гасцинец. Из семян отбирали 32 пробы по 100 зерен. Схема опыта состояла из 8 вариантов в 4-кратной повторности:

- Вариант 1. Контроль (без протравливания).
- Вариант 2. Протравитель Баритон в дозе 1,5 л/т семян.
- Вариант 3. Протравитель Винцит в дозе 2,0 л/т семян.
- Вариант 4. Протравитель Премис 200 в дозе 1,5 л/т семян.
- Вариант 5. Протравитель Ламадор в дозе 0,2 л/т семян.
- Вариант 6. Протравитель Кинто-Дуо в дозе 2,0 л/т семян.
- Вариант 7. Протравитель Раксил в дозе 0,5 л/т семян.
- Вариант 8. Протравитель Дивиденд-Стар в дозе 2,0 л/т семян.

Семена обрабатывались протравителями в соответствии со схемой опыта и проращивались в чашках Петри при соблюдении следующих условий: температура при проращивании постоянная – 20°C, первые 3–4 дня – переменная – 12°C, условия освещения – темнота. Фильтровальную бумагу увлажняли непосредственно перед закладкой семян на всхожесть до полной влагоемкости, опуская в воду и давая стечь избытку воды. Поскольку семена проращивались на фильтровальной бумаге, то ее нарезали соответственно размеру посуды и укладывали в 2 слоя. Семена равномерно раскладывали вручную и наливали 5 мл дистиллированной воды, чашку сверху покрывали еще одним слоем фильтровальной бумаги. При проращивании семян постоянно проверялось состояние увлажнения ложа, не допускалось подсыхание и переувлажнение.

Учет проросших семян проводили в соответствии с Государственным стандартом СССР «ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести», утвержденным Комитетом стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР. Настоящий стандарт распространяется на семена сельскохозяйственных культур и устанавливает методы определения их всхожести (Семена сельскохозяйственных культур ...). Эксперимент показал, что препараты для протравливания семян не оказывают достоверного отрицательного влияния на лабораторную всхожесть семян ячменя (Позняк, Швед, 2007).

После учета проросших растений и определения лабораторной всхожести семян 7-дневные проростки отдельно по каждому варианту опыта подвергались сушке при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния. При сушке исключалось попадание на растения прямого солнечного излучения. Воздушно-сухие образцы растительности измельчались в лабораторной мельнице, прессовались в таблетки, которые помещались в пакеты из кальки, маркировались и в дальнейшем анализировались на содержание микроэлементов методом рентгено-флуоресцентного анализа на приборе марки РФА-СЕР-01 производства фирмы ElvaX (Украина) с использованием методики выполнения измерений МВИ.МН 3272-2009, утвержденной Белорусским государственным институтом метрологии (Позняк, www.belgim.by/uploaded/file/inform_01_2011_1.pdf).

Статистическая обработка полученных результатов исследований проводилась с использованием прикладных программных пакетов «MatLab R2007b», «Statistica for Windows», версия 6.0 и программного продукта «Microsoft Excel 2003». Поскольку в ряде случаев предположение о нормальности закона действия распределения остаточных случайных величин в моделях, описанных

в дисперсионном анализе, не выполнялось, при статистической обработке авторами дополнительно были применены различные непараметрические методы проверки однородности выборок для оценки влияния различных факторов на исследуемый признак с использованием непараметрического критерия Фридмана.

Результаты

Полученные результаты лабораторных исследований свидетельствуют о том, что вид фунгицида для протравливания семян оказывает существенное влияние на накопление микроэлементов (Позняк, 2009). При этом установлено, что содержание микроэлементов и тяжелых металлов в проростках ячменя колеблется в широких пределах (табл. 1).

В вариантах опыта с применением различных протравителей наблюдается как повышенное, так и более низкое, по сравнению с контролем без обработки, содержание некоторых химических элементов в 7-дневных проростках ячменя.

Следует обратить особое внимание на содержание микроэлементов Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, Zr, Sn, Pb и Co, относящихся к группе тяжелых металлов. Во всех вариантах опыта содержание хрома в проростках при применении протравителей было значительно ниже контрольного варианта ($6,9 \pm 1,0$ мг/кг), только при применении протравителя Винцит количество элемента было на уровне контроля. Содержание марганца в проростках при протравливании семян препаратом Кинто-Дуо было ниже ($9,4 \pm 0,9$ мг/кг), а при применении препарата Раксил – выше ($17,6 \pm 1,3$ мг/кг) по сравнению с контролем ($11,2 \pm 1,2$ мг/кг). В эксперименте не выявлено статистически доказуемого увеличения или уменьшения содержания никеля, кобальта и циркония в проростках при применении различных препаратов для протравливания семян. В отношении влияния протравителей на накопление в проростках ячменя меди установлено, что препараты Баритон ($4,4 \pm 0,4$ мг/кг), Премис 200 ($4,7 \pm 0,4$ мг/кг) и Кинто-Дуо ($4,9 \pm 0,5$ мг/кг) уменьшали, а препарат Ламадор ($8,1 \pm 0,6$ мг/кг) – повышал ее содержание по сравнению с контролем ($6,7 \pm 0,5$ мг/кг). Количество цинка повышалось при применении препаратов Ламадор ($24,0 \pm 0,9$ мг/кг) и Раксил ($23,4 \pm 1,0$ мг/кг) по сравнению с контролем ($19,9 \pm 0,9$ мг/кг), а содержание олова – уменьшалось при применении препаратов Ламадор ($0,23 \pm 0,04$ мг/кг) и Дивиденд-Стар ($0,17 \pm 0,04$ мг/кг) по сравнению с контролем ($0,41 \pm 0,06$ мг/кг). В эксперименте также отмечалось увеличение содержания свинца в проростках при применении препаратов Раксил ($1,0 \pm 0,26$ мг/кг) и Дивиденд-Стар ($1,06 \pm 0,28$ мг/кг) по сравнению с контролем ($0,40 \pm 0,15$ мг/кг).

В целом, содержание хрома и железа в проростках уменьшалось при применении препаратов Баритон, Винцит, Премис 200, Кинто-Дуо и Раксил, содержание олова также уменьшалось при применении препаратов Ламадор, Дивиденд-Стар. Количество меди уменьшалось при применении препаратов Баритон, Премис 200, Кинто-Дуо и увеличивалось при применении Ламадора. Протравитель Раксил повышал, а Кинто-Дуо – понижал содержание марганца в проростках ячменя.

Обсуждение

Протравливание семян сельскохозяйственных культур защищает семена и проростки растений от многих возбудителей болезней, иногда и вредителей, и является основой для получения здоровых и дружных всходов. Общеизвестно, что при обработке семян фунгицидами в состав протравителя рекомендуется добавлять микроэлементы, положительно влияющие на посевные качества семян и развитие всходов растений на ранних этапах. Под влиянием микроэлементов растения становятся более устойчивыми к неблагоприятным условиям, засухе, поражению болезнями, вредителями и другим внешним факторам.

Поскольку формирование потенциала продуктивности растений происходит на первых этапах органогенеза, закономерным представляется создать такие условия для их роста и развития на ранних стадиях, которые будут идеально соответствовать требованиям растений. В таких условиях можно говорить о возможности управляемого развития биосистем, построении математических моделей – целевых функций, описывающих формирование растения на протяжении полного цикла жизни с безусловным совпадением количественных признаков этапов развития и в соответствии с основными признаками организма. Такая модель позволяет прогнозировать потенциал сорта, сократить объем экспериментальных работ и время на получение результата (Демьянчук, 2007).

Результаты проведенных исследований позволяют предположить, что, во-первых, применяемые протравители оказывают модифицирующее физиологическое воздействие на изменение микроэлементного состава растений на ранних этапах органогенеза, которое выражается в избирательном накоплении различных микроэлементов. При применении одних протравителей содержание определенных химических элементов в проростках растений увеличивается, других –

Таблица 1.
Влияние протравителей на содержание микроэлементов в воздушно-сухой массе 7-дневных проростков ячменя, мг/кг (данные 2007–2009 гг.)

Вариант опыта	Контроль	Баритон 1,5 л/т	Винцит 2,0 л/т	Премис 200 0,2 л/т	Ламадор 0,2 л/т	Кинто-Дуо 2,5 л/т	Раксил 0,5 л/т	Дивиденд-Стар 1,5 л/т
Элемент								
<i>Cl</i>	461 ± 65	394 ± 59	336 ± 57	340 ± 55	659 ± 78	544 ± 69	482 ± 69	514 ± 74
<i>K</i>	2179 ± 92	1940 ± 85	1960 ± 90	1955 ± 86	3441 ± 117	2376 ± 94	2783 ± 108	2428 ± 106
<i>Ca</i>	3167 ± 91	2326 ± 76	3307 ± 96	2815 ± 85	2937 ± 89	2292 ± 76	2730 ± 88	3409 ± 103
<i>Cr</i>	6,9 ± 1,0	0,66 ± 0,31	5,74 ± 0,98	0,84 ± 0,35	–	2,33 ± 0,59	2,26 ± 0,62	–
<i>Mn</i>	11,2 ± 1,0	10,8 ± 1,0	10,9 ± 1,0	10,6 ± 1,0	12,1 ± 1,0	9,4 ± 0,9	17,6 ± 1,3	11,6 ± 1,1
<i>Fe</i>	86,2 ± 2,6	40,2 ± 1,8	78,7 ± 2,6	42,4 ± 1,8	35,9 ± 1,7	45,5 ± 1,9	50,5 ± 2,1	48,8 ± 2,1
<i>Ni</i>	0,56 ± 0,17	0,37 ± 0,14	0,79 ± 0,21	0,60 ± 0,17	0,63 ± 0,18	0,19 ± 0,10	0,94 ± 0,23	0,74 ± 0,22
<i>Cu</i>	6,7 ± 0,5	4,4 ± 0,4	5,8 ± 0,5	4,7 ± 0,4	8,1 ± 0,6	4,9 ± 0,5	6,3 ± 0,5	5,9 ± 0,6
<i>Zn</i>	19,9 ± 0,9	19,3 ± 0,8	21,5 ± 0,9	19,1 ± 0,8	24,0 ± 0,9	20,1 ± 0,9	23,4 ± 1,0	20,5 ± 1,0
<i>Br</i>	4,2 ± 0,3	6,0 ± 0,4	3,8 ± 0,3	4,1 ± 0,3	10,8 ± 0,5	6,3 ± 0,4	7,2 ± 0,5	4,6 ± 0,4
<i>Sr</i>	11,1 ± 0,6	9,4 ± 0,6	12,8 ± 0,7	9,9 ± 0,6	10,0 ± 0,6	9,8 ± 0,6	8,4 ± 0,6	12,2 ± 0,7
<i>Zr</i>	0,27 ± 0,12	1,02 ± 0,22	–	0,52 ± 0,16	0,68 ± 0,19	–	–	–
<i>Ag</i>	0,29 ± 0,20	0,27 ± 0,18	0,92 ± 0,35	1,02 ± 0,35	1,06 ± 0,37	0,46 ± 0,24	1,15 ± 0,40	1,02 ± 0,39
<i>Sn</i>	0,41 ± 0,06	0,33 ± 0,05	0,34 ± 0,05	0,50 ± 0,06	0,23 ± 0,04	0,34 ± 0,05	0,44 ± 0,06	0,17 ± 0,04
<i>Pb</i>	0,40 ± 0,15	0,59 ± 0,18	0,45 ± 0,17	0,09 ± 0,07	0,20 ± 0,11	0,49 ± 0,17	1,02 ± 0,26	1,06 ± 0,28
<i>Bi</i>	0,45 ± 0,12	0,43 ± 0,12	0,18 ± 0,08	0,38 ± 0,11	0,40 ± 0,12	0,27 ± 0,09	0,24 ± 0,09	–
<i>Cd</i>	0,08 ± 0,03	0,04 ± 0,02	0,08 ± 0,03	0,11 ± 0,04	0,08 ± 0,03	0,15 ± 0,04	0,17 ± 0,05	0,05 ± 0,02
<i>Ba</i>	37,8 ± 7,4	24,3 ± 5,8	32,5 ± 7,0	15,1 ± 4,6	25,8 ± 6,1	19,7 ± 5,2	19,7 ± 5,6	42,3 ± 8,5
<i>S</i>	1186 ± 313	1296 ± 319	811 ± 267	1406 ± 336	1469 ± 352	1224 ± 312	1577 ± 377	1311 ± 360
<i>Co</i>	1,19 ± 0,25	0,21 ± 0,08	–	–	0,22 ± 0,09	–	0,09 ± 0,04	0,43 ± 0,14
<i>Se</i>	0,46 ± 0,11	0,1 ± 0,05	0,30 ± 0,09	0,20 ± 0,07	0,29 ± 0,09	0,27 ± 0,08	0,28 ± 0,09	0,62 ± 0,14
<i>Rb</i>	2,37 ± 0,29	2,29 ± 0,29	2,17 ± 0,28	2,16 ± 0,27	2,02 ± 0,27	2,00 ± 0,26	4,00 ± 0,39	3,37 ± 0,38
<i>Hg</i>	0,12 ± 0,06	0,28 ± 0,09	0,18 ± 0,08	0,17 ± 0,08	0,12 ± 0,06	0,11 ± 0,06	0,19 ± 0,08	0,28 ± 0,11

уменьшается. Например, в эксперименте показано, что при применении протравителя Кинто-Дуо содержание марганца уменьшается, а при применении препарата Раксил – увеличивается по сравнению с контролем без обработки. Учет выявленных закономерностей физиологического воздействия протравителей на содержание микроэлементов в растениях на ранних этапах развития позволит упростить критерии оптимального выбора препарата для протравливания семян против комплекса болезней. Таким образом, полученные результаты дают основание резюмировать, что предпочтение при выборе протравителя нужно отдавать тому препарату, который, как уже отмечалось ранее, способствует нормализации микроэлементного состава репродуктивной части растений и создает наиболее «комфортные» условия для их роста и развития на ранних этапах органогенеза, что приводит к формированию более высокого потенциала продуктивности.

С другой стороны, модифицирующее физиологическое воздействие протравителей на изменение микроэлементного состава растений является важным фактором, обеспечивающим снижение экологической нагрузки на окружающую среду. Общеизвестно, что почвенный покров сельскохозяйственных угодий, особенно в зонах воздействия крупных промышленных центров, в значительной степени загрязнен тяжелыми металлами, в том числе относящимися к I и II классам опасности (Калинович и др., 2009). Протравливание семян является дополнительным источником загрязнения окружающей среды чужеродными синтетическими соединениями. Учет специфики накопления микроэлементов в проростках растений, выявленной в результате проведенных исследований, даст возможность выбрать тот препарат для протравливания семян, который будет наименее токсичен для окружающей среды и в то же время эффективен против комплекса болезней. Например, при недостаточном содержании в почве меди или цинка предпочтение следует отдать препарату Ламадор, свинца – препаратам Раксил и Дивиденд-Стар. При избыточном содержании в почве, например, никеля выбор нужно остановить на препарате Кинто-Дуо, олова – на протравителях Ламадор и Дивиденд-Стар, а меди – Баритон, Премис 200 и Кинто-Дуо.

Изучение закономерностей механизма первичного токсического действия тяжелых металлов на метаболизм растений создает основу для целенаправленной селекции видов и сортов растений, толерантных к действию тяжелых металлов. Способность некоторых видов растений концентрировать большие количества загрязнителей, и в первую очередь радионуклиды, порождает надежду на возможность создания форм растений – очистителей среды от активных изотопов, тяжелых металлов и других загрязнителей. Это предположение имеет под собой теоретическое обоснование. В.И.Вернадский (1940) указывал, что химический состав организмов может быть таким же видовым признаком, как и их морфологические особенности, и различал виды организмов, богатые данным элементом, и обычные. Иными словами, способность концентрировать различные элементы в больших количествах детерминирована генетической системой вида, популяции и отдельных особей и, следовательно, они могут быть подвергнуты искусственному отбору (Железнов, 1999).

Полученные в опытах результаты по интенсивности и динамике накопления загрязнителей в растениях ячменя в зависимости от этапов органогенеза и величины ПДК коррелируют с данными других исследователей (Таланова и др., 2001а), которые установили отрицательное влияние возрастающих концентраций тяжелых металлов на рост проростков. В других экспериментах наблюдалась тенденция увеличения содержания меди в растениях, выращенных с применением комплекса средств химизации (Демидчик и др., 2001). Что касается содержания в проростках растений тяжелых металлов свинца и кадмия, то в опытах некоторых исследователей отмечалось колебание их количества в широких пределах (Таланова и др., 2001б).

Такая реакция растений на применяемые фунгициды для протравливания семян определяется тем, что, в зависимости от препаративной формы и действующего вещества протравителя, изменяется не столько доступность некоторых микроэлементов в почве, сколько поглотительная способность растений. Причем она изменяется по-разному для различных химических элементов, обуславливая, с одной стороны, более интенсивное накопление некоторых элементов при применении одних препаратов, а с другой – их замедленное накопление при применении других препаратов.

Авторами статьи разработаны и внедрены в производство в СПК «Камено» Логойского района на площадях с различным уровнем интенсификации элементы технологии возделывания, снижающие подвижность загрязнителей в биосфере и повышающие их экологическую безопасность. Рекомендации по оптимизации сельскохозяйственного производства и повышению экологической устойчивости агрофитоценозов внедрены на площади 4 500 га, годовой экономический эффект от внедрения составляет более 50 млн. белорусских рублей.

Выводы

1. Исследованные протравители изменяют уровень содержания микроэлементов и тяжелых металлов в проростках ячменя сорта Гасцинец.
2. В зависимости от уровня содержания микроэлементов и тяжелых металлов для семян ячменя

следует использовать те протравители, которые снижают накопление тяжелых металлов, оптимизируют уровень микроэлементов в растениях и в наименьшей мере загрязняют окружающую среду.

3. При выборе протравителей целесообразно учитывать уровень тяжелых металлов и микроэлементов в почве.

Список литературы

- Ахундова В.А., Морозова З.А., Мурашев В.В. и др. Морфогенез и продуктивность растений. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1994. – 160с. /Akhundova V.A., Morozova Z.A., Murashev V.V. i dr. Morfogenez i produktivnost' rasteniy. – M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1994. – 160s./
- Воронина Л.П. Экологические функции комплекса агрохимических средств и регуляторов роста растений в агроценозе. Автореферат дисс. ... д-ра биол. наук. – Москва, МГУ им. М.В.Ломоносова, 2008. – 48с. /Voronina L.P. Ekologicheskiye funktsii kompleksa agrokhimicheskikh sredstv i regulyatorov rosta rasteniy v agrotsenoze. Avtoreferat diss. ... d-ra biol. nauk. – Moskva, MGU im. M.V.Lomonosova, 2008. – 48s./
- Демидчик В.В., Соколик А.И., Юрин В.М. Токсичность избытка меди и толерантность к нему растений // Успехи современной биологии. – 2001. – Т.121, №5. – С. 511–525. /Demidchik V.V., Sokolik A.I., Yurin V.M. Toksichnost' izbytko medi i tolerantnost' k nemu rasteniy // Uspekhi sovremennoy biologii. – 2001. – T.121, №5. – S. 511–525./
- Демьянчук А.М. Управляемое развитие биосистем: модели и выводы // ТРИЗ – профи: эффективные решения. – 2007. – вер.2.0. – С. 39–41. /Dem'yanchuk A.M. Upravlyayemoye razvitiye biosistem: modeli i vyvody // TRIZ – profi: effektivnyye resheniya. – 2007. – ver.2.0. – S. 39–41./
- Железнов А.В. О селекции растений на устойчивость к «загрязнителям» окружающей среды // Информационный вестник ВОГиС. – 1999. – №8. /Zheleznov A.V. O selektsii rasteniy na ustoychivost' k "zagryaznitelyam" okruzhayushchey sredy // Informatsionnyy vestnik VOGiS. – 1999. – №8./
- Калинович А.С., Позняк С.С., Романовский Ч.А., Феденя В.М. Воздействие производственной деятельности РУП «БЕЛАЗ» на загрязнение почвенного покрова территории завода и прилегающих сельскохозяйственных угодий // Экологический вестник. – 2009. – №1 (7). – С. 36–46. /Kalinovich A.S., Poznyak S.S., Romanovskiy Ch.A., Fedenya V.M. Vozdeystviye proizvodstvennoy deyatel'nosti RUP "BELAZ" na zagryazneniye pochvennogo pokrova territorii zavoda i prilgayushchikh selskokhozyaystvennykh ugodiy // Ekologicheskiy vestnik. – 2009. – №1 (7). – S. 36–46./
- Позняк С.С. Качество растениеводческой продукции и содержание поллютантов в зерне ячменя в зависимости от применяемых средств защиты растений // Экологический вестник. – 2009. – №2 (8). – С. 94–103. /Poznyak S.S. Kachestvo rastenievodcheskoy produktsii i sodержaniye pollyutantov v zerne yachmenya v zavisimosti ot primenyaemykh sredstv zashchity rasteniy // Ekologicheskiy vestnik. – 2009. – №2 (8). – S. 94–103./
- Позняк С.С. Методика выполнения измерений массовой доли химических элементов в пробах растительного и животного происхождения методом рентгено-флуоресценции. [Электронный ресурс]. (www.belgim.by/uploaded/file/inform_01_2011_1.pdf.) /Poznyak S.S. Metodika vypolneniya izmereniy massovoy doli khimicheskikh elementov v probakh rastitel'nogo i zhivotnogo proiskhozhdeniya metodom rentgeno-fluoresentsii. [Elektronnyy resurs].
- Позняк С.С. Методологические подходы к исследованию содержания микроэлементов в зерне ячменя в зависимости от применяемых средств интенсификации // Экологический вестник. – 2008. – №2 (5). – С. 110–116. /Poznyak S.S. Metodologicheskiye podkhody k issledovaniyu sodержaniya mikroelementov v zerne yachmenya v zavisimosti ot primenyaemykh sredstv intensivatsii // Ekologicheskiy vestnik. – 2008. – №2 (5). – S. 110–116./
- Позняк С.С., Швед О.И. Влияние ионов никеля, хрома и кобальта на энергию прорастания и способность к прорастанию семян ячменя // Сахаровские чтения 2007 года: экологические проблемы XXI века: Материалы 7-ой международ. научной конф. – Мн.: МГЭУ им. А.Д.Сахарова, 2007. – С.106. /Poznyak S.S., Shved O.I. Vliyaniye ionov nikelya, khroma i koba'l'ta na energiyu prorastaniya i sposobnost' k prorastaniyu semyan yachmenya // Sakharovskiye chteniya 2007 goda: ekologicheskiye problemy XXI veka: Materialy 7-oy mezhdunarod. nauchnoy konf. – Mn.: MGEU im. A.D.Saharova, 2007. – S.106./
- Пронина Н.Б. Экологические стрессы (причины, классификация, тестирование, физиолого-биохимические механизмы). – Москва: Изд-во МСХА, 2000. – 312с. /Pronina N.B. Ekologicheskiye stressy (prichiny, klassifikatsiya, testirovaniye, fiziologo-biokhimicheskiye mekhanizmy). – Moskva: Izd-vo MSKhA, 2000. – 312s./
- Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: ГОСТ 12038-84. База нормативных документов. [Электронный ресурс]. (http://www.complexdoc.ru). /Semena selskokhozyaystvennykh kul'tur. Metody opredeleniya vskhozhesti: GOST 12038-84. Baza normativnykh dokumentov. [Elektronnyy resurs].
- Таланова В.В., Титов А.Ф., Боева Н.П. Влияние возрастающих концентраций тяжелых металлов на рост проростков ячменя и пшеницы // Физиология растений. – 2001а. – Т.48, №1. – С. 119–123. /Talanova V.V., Titov A.F., Boyeva N.P. Vliyaniye vozrastayushchikh kontsentratsiy tyazhelykh metallov na rost prorostkov yachmenya i pshenitsy // Fiziologiya rasteniy. – 2001a. – T.48, №1. – S. 119–123./
- Таланова В.В., Титов А.Ф., Боева Н.П. Влияние свинца и кадмия на проростки ячменя // Физиология и биохимия культ. растений. – 2001б. – Т.33, №1. – С. 33–37. /Talanova V.V., Titov A.F., Boyeva N.P. Vliyaniye svintsya i kadmiya na prorostki yachmenya // Fiziologiya i biokhimiya kul't. rasteniy. – 2001b. – T.33, №1. – S. 33–37./

Представлено: Є.Г.Бусько / Presented by: Ye.G.Bus'ko
Рецензент: В.В.Жмурко / Reviewer: V.V.Zhmurko
Подано до редакції / Received: 07.02.2011.