

2. Почвы голоценового возраста отражают смену почвенных покровов от лесных (подзолистых, дерново-подзолистых, дерновых) почв лесных ландшафтов до черноземных почв лесостепных и степных ландшафтов. Первая половина атлантического периода голоцена является климатическим оптимумом, когда наблюдается оптимальное соотношение теплообеспеченности и увлажненности, обеспечивающее максимальную биологическую продуктивность и максимальное видовое разнообразие.

3. При проведении палеоэкологической реконструкции ландшафтов Красноярской лесостепи отмечается флуктуация почвенно-растительных зон во времени и в пространстве под влиянием изменения климата.

Литература

1. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. – М.: Прогресс, 1980. — 327 с.
2. Семина Е.В. Серые лесные почвы Красноярской лесостепи и некоторые вопросы их генезиса // Почвоведение. – 1961. – № 1. – С. 29–39.
3. Демиденко Г.А. Эволюция ландшафтов Сибири в голоцене. – Красноярск, 2008. – С. 165.
4. Демиденко Г.А., Котенева Е.В. Реконструкция почвенно-растительного покрова Березовской террасы реки Енисей в сартанское и голоценовое время. – Красноярск, 2008. – С.130.
5. Демиденко Г.А., Котенева Е.В. Эволюция палеоландшафтов Красноярской лесостепи в позднем плейстоцене и голоцене. – Красноярск, 2012. – С.144
6. Кинд Н.В. Геохронология позднего антропогена по изотопным данным. – М.: Наука, 1974. – 225 с.



УДК 633.11:58.04:581.331.2

Е.В. Козлова, О.В. Злотникова

РЕАКЦИЯ МУЖСКОГО ГАМЕТОФИТА ПШЕНИЦЫ НА ОБРАБОТКУ ПОСЕВОВ ГЕРБИЦИДОМ СЕКАТОР ТУРБО И ЕГО СМЕСЬЮ С ГЕПАРДОМ ЭКСТРА

В результате изучения влияния применения гербицидов на качество пыльцы яровой пшеницы, в том числе и у последующего поколения, выращенного в отсутствие химического воздействия, авторами выявлено, что применение исследуемых гербицидов приводит к увеличению доли аномальных пыльцевых зерен у культуры, что свидетельствует об усилении отбора на уровне микрогаметофита.

Ключевые слова: гербициды, яровая пшеница, пыльца, мужской гаметофит.

E.V. Kozlova, O.V. Zlotnikova

MALE WHEAT GAMETOPHYTE REACTION ON THE CROPS TREATMENT WITH HERBICIDE "SECATOR TURBO" AND ITS MIXTURE WITH "GEPARD EXTRA"

As the result of studying the herbicides usage influence on the spring wheat pollen quality, including next generation, grown in the absence of chemical influence, it was established that studied herbicides usage leads to the increase of culture abnormal pollen granules portion, which indicates the selection strengthening on microgametophyte level.

Key words: herbicides, spring wheat, pollen, male gametophyte.

Введение. Массированное поступление ксенобиотиков в природную среду вызывает многочисленные сдвиги в биоте, которые обычно наиболее ярко проявляются в изменениях генеративной сферы организмов.

На сегодняшний день имеются сведения о том, что химические средства защиты растений, такие как протравители, ретарданты, инсектициды, гербициды, могут повышать уровень мутабельности защищаемой культуры [Черемисинов М.В., 2004; Дудин Г.П., 2006; Дудин Г.П. и др. 2011].

Кроме того, воздействие ксенобиотиков способствует гаметофитному и гаметному отборам, следовательно, влечет за собой усиление элиминации отдельных генов, генных комплексов и генотипов. Есть дан-

ные об усилении рекомбинации у самоопыляющихся растений в условиях стресса, к которому можно отнести и влияние химических веществ [Харрасова Л.К., 2001].

Вышеперечисленные процессы приводят, с одной стороны, к увеличению генетического разнообразия в каждой последующей сортовой репродукции, с другой – к усилению элиминации гаметофитов, неустойчивых к препарату, что может способствовать и утрате ценных для данного сорта генов в ряду последовательных репродукций.

Цель исследования. Показать, что последствия использования на посевах яровой пшеницы гербицидов могут проявляться в изменениях генеративной сферы у последующего поколения на примере одного из многокомпонентных высокоселективных гербицидов на основе сульфомочевины Секатор Турбо и его смеси с граминицидом.

Методика исследования. В исследованиях использовали мягкую яровую пшеницу сорта Тулунская 12.

Полевые исследования проводили на опытных полях ОПХ «Минино» Красноярского края в совместных исследованиях с сотрудниками КНИИСХ в 2008–2009 годах.

Опытное хозяйство находится в условиях умеренно сухого и резко континентального климата. Почва на опытных участках – чернозем обыкновенный, маломощный.

В 2008 году в фазу кущения исходные посеы яровой пшеницы обрабатывали по следующим схемам:

- схема 1 – контроль (без обработки);
- схема 2 – посеы, обработанные гербицидом Секатор Турбо КЭ (25 г/л йодосульфурон-метил-натрия + 100 г/л амидосульфурона + 250 г/л мефенпир-диэтила) в дозе 0,1 л/га (далее Секатор);
- схема 3 – посеы, обработанные смесью гербицидов Секатор Турбо КЭ (0,1 л/га) + Гепард Экстра КЭ (100 г/л феноксапроп-П-этил + 27 г/л мефенпир-диэтила) в дозе 0,6 л/га (далее С+Г).

С целью определения фертильности пыльцы в разных участках опытного поля отбирали по 10–12 колосьев в период колошение–начало цветения. Из средней части колоса выделяли по 3–4 цветка, отделяли пыльники и затем их фиксировали в уксусном спирте (1:3) в течение суток, хранили до анализа в холодильнике при температуре + 3 °С.

Окраску пыльников проводили 2%-м ацетокармином. В каждом варианте опыта просматривали не менее 2000 пыльцевых зерен. При анализе выделяли следующие признаки: пыльцевые зерна без вегетативного ядра, пустые, дегенеративные, с одним спермием, с отставанием цитоплазмы, с отсутствием спермиев, с несколькими признаками одновременно.

Биологическую продуктивность оценивали по общепринятой методике по показателям: масса надземной части растений, высота растений, плотность растений, число генеративных побегов, число колосков и число зерен в колосе, масса 1000 зерен и семенная продуктивность растений.

Затем для проверки биологической полноценности семян пшеницы после применения гербицидов в 2009 г. был заложен полевой мелкоделяночный опыт в ОПХ «Минино» на стационаре Красноярского НИИСХ. Повторность в опыте пятикратная, расположение площадок рендомизированное. Химобработку не проводили, сорняки удаляли вручную.

Погодные условия вегетации могут существенно повлиять на устойчивость культуры к гербициду и проявление ею генетического разнообразия в последующем поколении. Поэтому при анализе нами были учтены гидротермические показатели вегетационных периодов в годы исследования.

Так, 2008 год отличался от среднемноголетних значений меньшим количеством осадков в мае–июне и большим количеством осадков в июле, жарким июнем.

Вегетационный период 2009 года характеризовался достаточным увлажнением, и ГТК Селянинова с мая по сентябрь составил 1,52. Формирование зерна проходило при несколько пониженной температуре, так как сумма активных температур до созревания составила 1700 °С.

Результаты и их обсуждение. Гербициды, обозначенные производителем как высокоселективные, в неблагоприятных условиях могут проявить определенную степень фитотоксичности по отношению к культуре. То есть, попадая в растение, действующее вещество будет вызывать определенное напряжение всех ферментных систем, участвующих в детоксикации. Тем самым происходит отвлечение внутренних резервов культурного растения от процессов органо- и морфогенеза.

Обработка посевов послеуборочными гербицидами, как правило, приходится на период закладки и формирования генеративных органов культуры. Следовательно, фитотоксическое действие в первую очередь отразится на довольно чувствительной к внешним воздействиям спорогенной ткани, а также на последующих этапах формирования мужского и женского гаметофитов.

В целом следует отметить, что в исследуемые годы у пшеницы сорта Тулунская 12 качество пыльцы было невысоким (табл. 1).

Разницу по доле аномальных пыльцевых зерен у родительских растений и растений первого поколения можно отнести на счет различий в температурных условиях и условиях увлажнения вегетационного периода.

При анализе качества пыльцы с обработанных родительских растений было выявлено, что в вариантах с применением гербицида Секатор и его баковой смеси по сравнению с контролем препараты оказали существенное воздействие на развитие аномалий формирования пыльцевых зерен пшеницы (см.табл. 1). Влияние гербицидов на формирование пыльцевых зерен в обоих опытных вариантах было сходным: частота различных аномалий здесь была на 35,6 % выше, чем в контроле. В варианте с применением гербицида Секатор большая часть выявленных аномалий приходилась на долю пыльцевых зерен без вегетативного ядра, пустых и дегенеративных.

В варианте с применением смеси гербицидов и фунгицида наблюдалось большое число пыльцевых зерен с одним спермием, без вегетативного ядра, отсутствием спермиев, а также с несколькими признаками одновременно.

В свою очередь, анализ качества пыльцы 1-го поколения дочерних растений показал, что даже в отсутствие химической обработки доля аномальных пыльцевых зерен в опытных вариантах была выше, чем в контроле: в варианте с Секатором – на 37,5 %, а в варианте с его баковой смесью – на 26,5 %. В этих вариантах наибольшая доля приходилась на пыльцевые зерна с отставанием цитоплазмы, пустые и без вегетативного ядра. Не исключено, что это может быть связано с сохранением остаточных микроколичеств компонентов препаратов во вновь сформированном зерне. Хотя более вероятной причиной данного явления нам представляются биохимические и генетические изменения, как у родителей, так и у потомков.

Таблица 1

Доля пыльцевых зерен с аномалиями и структура аномалий у материнских и дочерних растений пшеницы в зависимости от варианта опыта

Вариант опыта	Доля пыльцевых зерен с аномалиями, %	Структура аномалий, %						
		Без вегетативного ядра	Пустые	Дегенеративные	С 1 спермием	Отставание цитоплазмы	Без спермиев	С несколькими признаками
Родительские растения (2008 г.)								
Контроль	63,4	6,1	38	6,0	7	0,3	6	0
Секатор	86,0	22,0	34	9,0	10	0,4	6	4
С+Г	86,2	14,0	20	7,2	12	5,0	16	12
Дочерние растения (2009 г.)								
Контроль	49,8	8,2	1,5	17,0	5,1	16,0	1,5	0,5
Секатор	68,5	10,6	7,6	8,9	5,8	29,9	2,7	2,8
С+Г	63,0	8,2	3,1	11,2	9,6	27,1	3,1	0,7

Об этом свидетельствуют результаты анализа структуры биологической продуктивности пшеницы (табл. 2).

Обработка посевов гербицидами способствовала повышению общей семенной продуктивности родительских растений благодаря устранению конкуренции со стороны сорняков и увеличению площади питания культурных растений.

У родительских растений опытных вариантов наблюдается более интенсивное нарастание биомассы, в основном за счет высокой сохранности. Однако в варианте С+Г увеличилась и средняя масса надземной части одного растения на 30,0%, а также высота – на 16%.

Биологическая продуктивность и ее элементы у родительских и дочерних растений пшеницы в зависимости от варианта опыта

Вариант опыта	Масса надземной части растений, г/м ²	Масса 1 растения, г	Высота растения, см	Плотность растений, шт/м ²	Число генеративных побегов, шт/м ²	Число колосков в колосе, шт.	Число зерен в 1 колосе, шт.	Число зерен на 1 колосок, шт.	Масса 1000 зерен, г	Семенная продуктивность	
										г/1 растения	г/м ²
Родительские растения (2008 г.)											
Контроль	560	1,6	74,8	361,6	444,1	11,5	20,7	1,8	36,7	0,93	337,4
Секатор	680*	1,6	73,9	427,6*	568,4*	10,4	18,5	1,8	39,0	0,96*	410,1*
С+Г	1028*	2,0*	86,8*	506,8*	661,6*	10,7	18,0	1,7	46,0*	1,08*	547,8*
Дочерние растения (2009 г.)											
Контроль	861	1,7	83,2	523,4	601,6	13,1	22,9	1,8	30,2	0,80	416,1
Секатор	866	1,7	83,4	499,8	589,4	13,4	24,2*	1,8	28,5	0,81	405,5
С+Г	929*	1,8	84,0	523,8	609,4	13,1	22,8	1,7	32,8	0,86	455,7

* – различие с контролем достоверно при $\alpha \leq 0,5$.

На фоне этого отмечена тенденция изменения строения колоса, проявившегося в уменьшении числа колосков и зерен в колосе. Достоверно большей в этом варианте была и масса 1000 зерен – на 25,3%. Забегая вперед, хотим отметить, что применение гербицида, идентичного с Гепардом Экстра, также сопровождалось возрастанием степени крупнозерности.

В результате вышеописанных изменений в опытных вариантах у родительских растений отмечалось повышение семенной продуктивности как в среднем одного растения, так и всего посева в целом – на 4,3 и 24,2% соответственно.

Растения первого после химической обработки поколения в опытном варианте Секатор существенных отклонений от контрольных не имели. За исключением достоверно более высокой озерненности колоса – на 5,7%. Некоторое уменьшение (на 4,7%) плотности растений было компенсировано возрастанием числа генеративных побегов на 1 растение и числа зерен в колосе, поэтому в конечном итоге семенная продуктивность в этом варианте не снизилась.

В варианте со смесью снова отмечалась более высокая масса надземной части растений (7,9% по сравнению с контролем) и тенденция к возрастанию массы 1000 зерен и урожайности. Из-за высокой вариабельности двух последних параметров различия с контролем были статистически недостоверны ($\alpha \leq 0,5$).

Таким образом, нами обнаружено усиление микрогаметофитного отбора под давлением химического пресса со стороны гербицидов. Хотя при самоопылении доля нормальных пыльцевых зерен для оплодотворения играет несущественную роль, так как оно практически гарантировано. Поэтому напрямую такая ситуация с пылью не могла отразиться на семенной продуктивности, но свидетельствует об изменениях, происходящих в культурных растениях, в том числе и у последующего поколения.

Выводы

1. Применение на посевах яровой пшеницы Тулунская 12 гербицида Секатор Турбо и его баковой смеси с Гепардом Экстра привело к увеличению доли аномальных пыльцевых зерен у культуры на 37,5–26,5%, что свидетельствует об усилении отбора на уровне микрогаметофита.

2. Последствия использования исследуемых гербицидов выразились в значительном усилении микрогаметофитного отбора и у последующего поколения, особенно сильном в варианте с использованием только гербицида Секатор Турбо.

Литература

1. Дудин Г.П. Мутабельность пшеницы при обработке семян и посевов регуляторами роста: кампозан и тур // Успехи современного естествознания. – 2006. – № 1. – С. 66.
2. Черемисинов М.В. Мутагенное действие химических и биологических препаратов на яровой ячмень сорта Биос-1: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05. – Киров, 2004. – 16 с.
3. Соли калия и натрия как мутагенные факторы на культуре ячменя / Г.П. Дудин [и др.] // Научное обеспечение развития АПК в современных условиях: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. (15–18 февраля 2011 года): в 3 т. Т. 1. – Ижевск: Изд-во Ижев. ГСХА, 2011.
4. Харрасова Л.К. Способы увеличения доступной отбору генотипической изменчивости у томата: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2001. – 16 с.



УДК 711.4; 712

Е.З. Усубова, Л.С. Тирранен

МИКРОБИОТА СЕМЯН И ФИЛЛОСФЕРЫ РАСТЕНИЙ ФАСОЛИ ПРИ ОБРАБОТКЕ СЕЛЕНОМ

Установлено влияние селена на микробиоту семян и филлосферы растений фасоли сорта «Сакса без волокна 615» при замачивании семян в водном растворе селенита натрия с концентрацией селена 0,001 % и опрыскивании этим раствором растений перед цветением.

Ключевые слова: селенит натрия, влияние селена на растения, аккумуляция селена, фасоль сорта «Сакса без волокна 615», микробиота фасоли.

E.Z. Usubova, L.S. Tirranen

SEEDS AND PHYLLO-SPHERE MICROBIOTA OF HARICOT PLANTS IN SELENIUM PROCESSING

The influence of selenium on seeds and phyllo-sphere microbiota of haricot plant sort "Saksa without fibre615" during seed wetting in selenite sodium solution with selenium concentration of 0,001 % and spraying the plants by this solution before blossoming is determined.

Key words: sodium selenite, selenium influence on plants, selenium accumulation, haricot, sorts "Saksa without fibre615", haricot microbiota.

Введение. Одним из актуальных вопросов факториальной экологии является исследование микро-элементов не только в живых организмах, но и в компонентах экосистем в целом, в первую очередь в регионах, подверженных интенсивному антропогенному воздействию. С дефицитом элемента селена связывают возникновение таких хронических заболеваний человека, как злокачественные новообразования, атеросклероз, гипертоническая болезнь, артриты, пародонтоз, катаракта, поэтому интенсивно исследуется недостаточность селена в питании человека. Согласно данным Института питания, дефицит селена отмечен более чем у 90 % населения России [1]. Установлено, что органические соединения селена усваиваются лучше неорганических и не вызывают аллергических реакций, поэтому проводятся поиск, синтез и исследования по использованию органических соединений селена [6].

Наиболее перспективное направление – получение обогащенной селеном продукции растениеводства. Одним из методов внесения селена является замачивание семян, а также опрыскивание растений [4]. Бобовые культуры обладают огромной пищевой ценностью и перспективны для оптимизации селенового статуса населения. Одним из вопросов современной науки является вопрос о взаимодействии микроорганизмов с высшими растениями, которое обеспечивает регуляцию физиологических процессов, упорядоченность развития организмов, способность их к адаптации в меняющихся условиях.

Цель исследований. Оценить влияние селена на состав микробиоты семян и филлосферы растений фасоли сорта «Сакса без волокна 615» (*Phaseolus vulgaris*L.).