

УДК:632.8:575.21

## ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ СЕМЯН ПРИ ПОВРЕЖДЕНИИ ПШЕНИЦЫ ВРЕДНОЙ ЧЕРЕПАШКОЙ

А.В. Капусткина, Л.И. Нефедова

*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург*

Основной целью проведенных исследований было изучение скрытой вредоносности вредной черепашки, проявляющейся при повреждении семян клопами, и установление причинно-следственных связей ухудшения их жизнеспособности. Обобщены результаты изучения вредоносности вредной черепашки в онтогенезе пшеницы. Составлена классификация жизнеспособности семян в разные возрастные периоды развития проростков в связи с их поврежденностью вредной черепашкой. Описаны изменения в проявлении реактивности семян на воздействие вредной черепашки в ходе их прорастания. Показано, что физиологически активные соединения клопов, в том числе гидролазы, введенные в зерновки при питании, приводят к нарушению метаболических, эмбриологических, морфо- и цитофизиологических, ростовых и органообразовательных процессов. Такие нарушения морфофизиологического состояния проростков вызывают значительное замедление роста и аномальное развитие зародышевых органов (зародышевой корневой системы и зародышевого побега), что в дальнейшем приводит к изменению посевных качеств семян, неполноценное развитие растений в полевых условиях и их продуктивности.

**Ключевые слова:** пшеница, сорта, вредная черепашка, поврежденность семян, ход прорастания семян, возрастные периоды, рост и развитие проростков.

Качество зерна – важнейшая составляющая его потребительской стоимости, конкурентоспособности и агроэкологической производительности. Это связано с тем, что высококачественные семена являются одним из важнейших факторов формирования высокопродуктивных посевов сельскохозяйственных культур и получения прироста урожая. Только при посеве кондиционными семенами могут быть реализованы потенциальные возможности сортов, так как семена служат носителями биологических и хозяйственных свойств будущего урожая. Именно поэтому вопрос о получении качественного зерна пшеницы приобретает особую значимость.

Известно, что важнейшим фактором снижения качества зерна является ухудшение фитосанитарного состояния посевов в связи с учащением массовых размножений вредителей, фитопатогенов и сорных растений, что препятствует реализации продуктивности зерновых культур. Потери урожая от вредных организмов на территории России в среднем составляют от 71.3 до 100 млн. т. зерна, из них на долю потерь от возбудителей заболеваний при-

ходит 45.1%, сорных растений – 31.4% и вредителей – 23.5% [Мельников, Новожилов, Белан, 1995]. Несмотря на возрастающие масштабы применения защитных мероприятий, хлебные клопы ежегодно заселяют 20–26% от всех посевных площадей мягкой пшеницы.

В основных зерносеющих регионах России значительный урон урожаю и качеству зерна пшеницы наносит вредная черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.). Это экологически и экономически опасный вредитель, имеющий существенное значение в снижении не только количества урожая, но и в ухудшении товарных, технологических, хлебопекарных и других свойств поврежденного им зерна.

У вредной черепашки пищеварительные процессы происходят не только в полости кишечника, но и частично осуществляются внекишечно непосредственно в зоне прокола растительных тканей с помощью выделяемых слонными железами физиологически активных ферментов. Высокая вредоносность клопа-черепашки, выражающаяся в ухудшении качества зерна, в основном определяется воздействием гидролаз клопов на основные биополимеры

растений (углеводы, белки, липиды). Изучению этих вопросов посвящено много работ [Вилкова, 1980; Арешников, Старостин, 1982; Шапиро, 1985; Конарев и др., 2013; Павлюшин и др., 2015]. Но освещение вредной деятельности клопов, касающихся влияния повреждений семян на их жизнеспособность в онтогенезе кормовых растений, остаются недостаточно исследованными. В связи с этим основной целью проведенных исследований было изучение скрытой вредоносности клопов, проявляющейся при повреждении семян клопами, и в установлении причинно-следственных связей в ухудшении их жизнеспособности и посевных качеств.

Жизнеспособность семян – это способность формировать нормальные проростки не только в благоприятных условиях, но и под воздействием различных экстремальных факторов окружающей среды, в том числе и вредных организмов. В понятие жизнеспособности следует вклю-

чать не только посевные качества семян, но и особенности прохождения ими периода раннего эмбриогенеза, цитологические и метаболические изменения в период созревания и прорастания зерновок [Roberts, 1972]. В связи с этим был проведен цикл комплексных исследований важнейших функций, обеспечивающих жизнеспособность семян и проростков в онтогенезе пшеницы. Исследования включали, помимо использования традиционных методов определения посевных качеств семян, оценку оплодотворяющей способности пыльцы растений, выросших из поврежденных клопами зерновок в эмбриональный период их развития на материнском растении, особенности прохождения клеточного цикла в меристеме зародыша, особенности потребления мобильных форм запасных биополимеров эндосперма при прорастании семян, особенности роста и развития проростков в ювенильный период.

### Материалы и методы

Объектом исследования служили сорта озимой и яровой пшеницы, имеющие регистрацию в Государственном реестре селекционных достижений по Южному, Северо-Кавказскому, Приволжскому, Центрально-Черноземному и Сибирскому федеральным округам РФ.

Для проведения сравнительного анализа нарушений, возникающих в процессе роста и развития растений, в качестве контроля использовали фракции зерновок, не имеющих повреждений вредной черепашкой, в качестве вариантов опыта использовали общие пробы, включающие зерновки с поврежденностью от 1 до 4 баллов.

Исследования проводились на основе универсальных методов морфофизиологического анализа растений [Куперман, 1963], методов световой, стереоскопической и инфракрасной микроскопии, компьютерного сканирования [Вилкова, Нефедова и др., 2006, Патент № 2278502], методов гистохимии, цитологии и гистологии, в том числе с помощью универсального аналитического метода анализа хромосомных aberrаций [Батыгина, 1974; Фурст, 1979; Паушева, 1988; Прохорова и др., 2003; Rank, 2003]. Оценка жизнеспособности посевных качеств зерновок пшеницы, поврежденных вредной черепашкой, была проведена в соответствии с ГОСТами (12038-84, 12039-66, 12040-66, Р 52325-2005) и Международными стандартами (ISTA). Для установления предикторов прорастания зерновок использовали метод П. Веллингтона [1973] и метод, разработанный в лаборатории семеноведения ВИР [Лихачев, 1990]. Для описания особенностей прохождения митотического цикла и характера проявления реактивности зародышевых тканей зерновок на повреждения клопами, использовали цитологические и эмбриологические методы, предложенные И.А. Аловым [1972], Н.Н. Ильинских, В.В. Новицкий, Н.Н. Ванчукова и И.Н. Ильинских [2003]; О.С. Машкиной, В.Н. Калаев, Е.С. Мурая и Е.С. Леликова

[2009], Т.Б. Батыгиной, Н.Н. Круглова, В.Ю. Горбунова, Г.Е. Титова и О.А. Сельдиминова [2015]. Продолжительность и сопряженность периодов митотического цикла в меристеме зародыша разных сортов пшеницы определяли в соответствии с общепринятым цитогенетическим показателем – относительной частотой распределения клеток, находящихся в интерфазе (И) и клеток, находящихся на разных фазах митоза (М). Перечисленные методы позволяют оценивать морфофункциональное состояние и характер проявления реактивности различных тканей здоровых и поврежденных зерновок.

Для определения влияния повреждений вредной черепашкой на полевую всхожесть семян, рост и развитие растений в полевых условиях закладывались специальные модельные опыты на опытном поле ВИР. Повторность опыта двукратная. Для определения этапов органогенеза производили отбор 5–10 растений в каждой повторности. Для анализа основных элементов продуктивности (высота растений, общая и продуктивная кустистость, длина колоса, число колосков в колосе, число зерновок в колосе, масса зерна с 1 колоса, масса 1000 зерен) отбирали по 25 растений в каждой повторности [Доспехов, 1985].

Оплодотворяющую способность пыльцы растений, выросших из поврежденных клопами зерновок пшеницы, определяли при помощи ее окрашивания ядерным красителем – ацетокармином. Процентное соотношение фертильных и стерильных пыльцевых зерен подсчитывали в 3–5 полях зрения микроскопа [Паушева, 1988; Батыгина, 1987; Барыкина и др., 2004].

Сравнительный статистический анализ результатов исследований был проведен на основе общепринятых методов с помощью компьютерных программ Statistica 6.0 и Excel 2010, достоверность исследуемых параметров определяли при уровне их значимости  $p < 0.05$ .

### Результаты исследований

Семя – сложный организм, у которого все части взаимосвязаны между собой, хотя они различны по объему и функциям. В семени закодирован весь объем наследственной информации и запрограммированы общие закономерности онтогенеза организма. Для осуществления функции размножения в семенах формируются значительные фонды запасных метаболитов, служащие единственным источником энергетических и пластических веществ в период их прорастания, роста и развития проростков. Исследуя процессы гаметогенеза и оплодотворения, А.А. Прокофьев [1968] показал, что формирование структур за-

родыша и эндосперма состоит из ряда последовательных этапов образования и отложения запасных биополимеров в соответствующих частях семени, в том числе и в генеративных органах. Стабильное получение жизнеспособных семян во многом зависит от качества зрелой пыльцы. Формирование фертильной пыльцы является важнейшим фактором, обеспечивающим нормальное оплодотворение и дальнейшее развитие завязавшихся семян.

В результате изучения особенностей микро- и спорогаметогенеза в пыльниках растений пшеницы, выросших из зерновок в разной степени поврежденных вредной чере-

пашкой, были выявлены нарушения в оплодотворяющей способности пыльцы – увеличение доли нежизнеспособных или стерильных пыльцевых зерен от 18.4 до 44.5%

по сравнению с контролем, где этот показатель составляет 13.8% (табл. 1).

Таблица 1. Оплодотворяющая способность пыльцы растений пшеницы, выросших из зерновок поврежденных вредной черепашкой ( $p < 0.05$ )

Вариант	Анализировано пыльцевых зерен, шт.	Стерильность пыльцы, %	Фертильность пыльцы, %	Средний размер пыльцевых зерен, мкм
Контроль	291	13.8	86.2	51.8±1
Общая проба	273	23.1	76.9	49.3±0.85
1–2 балл повреждения	236	32.2	60.8	41.7±0.69
3–4 балл повреждения	319	58.3	41.7	43.1±0.69

При этом у нежизнеспособных (частично или полностью стерильных) пыльцевых зерен отмечалась деформация содержимого вегетативного ядра и отхождение зернистой цитоплазмы от оболочек пыльцевого зерна. Большая часть нежизнеспособных пыльцевых зерен имела деградирующие микроспоры с недоразвитыми вегетативным и генеративным ядрами, при этом наблюдалась фрагментация спермиев и деформация вегетативного ядра. Известно, что комплекс факторов экзогенной и эндогенной природы влияет не только на качество (оплодотворяющую способность) пыльцевых зерен, но и на различные генетически детерминированные морфологические характеристики пыльцы, такие как поверхность пыльцевого зерна, диаметр, размер и характер формирования генеративного ядра [Голубинский, 1974; Бессонова, 1997; Звягина, 2014].

Сравнение размерных генетически детерминированных параметров пыльцевых зерен показало статистические различия между контролем и вариантами с различной степенью поврежденности зерна вредной черепашкой (рис. 1). Так, в контроле средний размер пыльцевых зерен составил 52.8 мкм, что на 10.1 мкм выше по сравнению с вариантом поврежденности зерновок по 1–2 баллам; на 14.6 мкм в варианте с их поврежденностью по 3–4 баллам. Статистически значимые различия между средними размерами пыльцевых зерен в контроле и общей пробе отсутствовали ( $p = 0.06$ ).

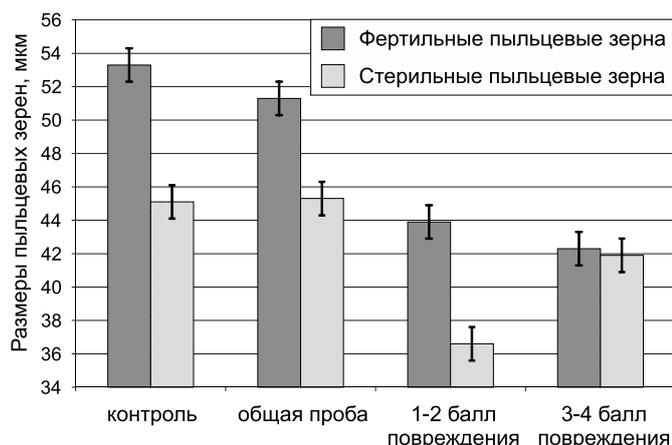


Рисунок 1. Размерные характеристики пыльцевых зерен при различной степени поврежденности зерна вредной черепашкой ( $p < 0.05$ )

Наступающие после успешного оплодотворения процессы формирования, созревания семян и характер их прорастания, рост и развитие проростков связаны со сложным комплексом протекающих в организме особенностей физиолого-биохимических преобразований.

Процессы распада запасных биополимеров, синтез жизненно необходимых соединений и их рациональное использование для полноценного формирования проростков могут изменяться при воздействии различных стресс факторов, в том числе и выделений (экструзий) слюнных желез вредной черепашки в ткани зерновки при питании, что может служить пусковым механизмом в тканевых преобразованиях при их прорастании [Rank, 2003; Batygina, 2004].

Для изучения и выявления реактивности тканей зародыша пшеницы на воздействие экструзий вредной черепашки при прорастании зерновок был проведен сравнительный анализ цитологических и морфофизиологических изменений в меристеме зародышевых корней. При этом в качестве критерия cito- и морфометрических изменений был использован показатель соотношения доли клеток, находящихся в интерфазе и на разных фазах митоза. Проведенный анализ позволил разделить исследуемые сорта пшеницы на три группы: 1 группа – сорта, характеризующиеся относительно короткой интерфазой (Юка, Краснодарская 38, Гром) с показателем соотношения периодов интерфазы и митоза (И:М) = 1.07–1.5; 2 группа – сорта со средней интерфазой (Августа, Сила, Коллега) с показателем И:М = 2.3–2.5; 3 группа – сорта с относительно длинной интерфазой (Саратовская 55, Джангаль) и показателем И:М = 6.2–7.5.

В результате изучения скрытой вредоносности вредной черепашки на клеточном уровне было установлено, что экструзии клопов, введенные в зерновку при питании, приводят к нарушению сопряженности периодов интерфазы (И) и митоза (М), торможению активности деления клеток в меристеме зародыша. Анализ частоты встречаемости клеток, находящихся на разных фазах митоза, у первой группы сортов показал, что при повреждении зерновок клопами по 1–2 баллу наблюдается снижение доли клеток в профазе от 3.8 до 10.7% и увеличение доли клеток, находящихся в анафазе и телофазе до 13.9% по отношению к контролю. У сортов второй группы, характеризующихся средней интерфазой, отмечается снижение доли клеток, находящихся в интерфазе от 2.1% до 9.4%. При этом наблюдается увеличение индекса профазы (Pi) от 2.6 до 8.8%, снижение метафазного индекса (Mi) на 0.2–2.2%, и ана-телофазного индекса (A-Ti) от 1.8 до 5.8% по отношению к контролю. У сортов третьей группы прослеживается увеличение доли клеток, находящихся в профазе, на 4.6–16.9%, снижение доли клеток в метафазе от 1.5 до 5.1%. При повреждении зерновок по 1–2 баллам происходит возрастание ана-телофазного индекса от 0.5 до 4.4%, а при повреждении зерновок по 3–4 баллам от 6.0 до 6.9%,

по сравнению с контролем сортов [Капусткина, Нефедова, 2014].

Наряду с этим, нами было выявлено, что во всех опытных вариантах с разной степенью поврежденности зерновок вредителем также отмечается возрастание частоты встречаемости патологических отклонений, связанных с дезорганизацией структур клеточного аппарата. В частности, у ряда исследуемых сортов в клеточной популяции меристемы зародыша зерновок поврежденных клопами наблюдалась фрагментация хромосом, приводящая к образованию микроядер. Образование мостов в анафазе, наблюдаемое у сортов Джангаль и Августа, при повреждении зерновок по 3–4 баллам приводит к разнородности клеток, а также нарушает течение завершающих фаз деления и задерживает цитокинез. Незавершенные митозы, характеризующиеся увеличением доли клеток, находящихся в анафазе и телофазе, приводят к запаздыванию или к прекращению цитокинеза и возникновению двуядерных и многоядерных клеток за счет объединения не разошедшихся наборов хромосом. Накопление клеток в анафазе и телофазе, запаздывание или отсутствие цитокинеза отмечено у большей части исследуемых сортов [Капусткина, Нефедова, 2014].

Нарушение нормального течения митоза, в частности увеличение или уменьшение доли клеток, находящихся в анафазе и телофазе, и появление нарушений в структуре клеточного аппарата может приводить к возникновению различного типа патологических изменений в развитии зародышевых корней и зародышевого побега. На основе расчета критерия корреляции Пирсона была установлена сильная линейная связь ( $r_x=0.84-0.99$ ) между величиной ана-телофазного индекса и количеством патологически развитых проростков (рис. 2).

В результате проведенных исследований были установлены также значительные изменения в расходовании крахмального комплекса эндосперма зерновок, поврежденных вредной черепашкой, в период гетеротрофного и мезотрофного питания проростков, что в дальнейшем приводит к нарушению рационального потребления мобильных форм запасных биополимеров, обеспечиваю-

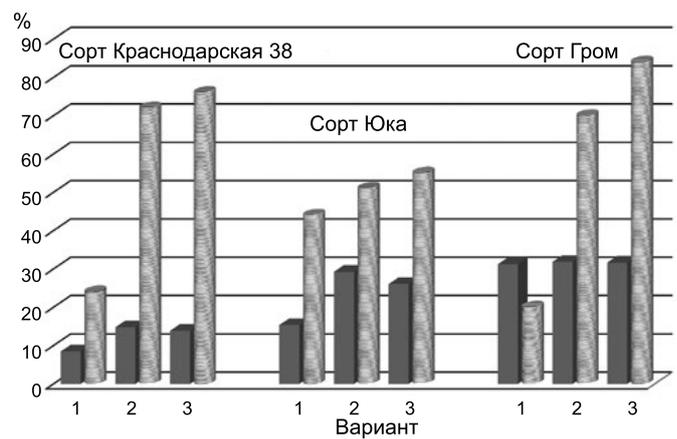


Рисунок 2. Соотношение ана-телофазного индекса и количества аномально развитых проростков у разных сортов пшеницы: Вариант 1 – контроль, вариант 2 – 1–2 балл повреждения; вариант 3 – 3–4 балл повреждения

щих рост осевой части проростков и их нормальное развитие. Это связано с тем, что у зерновок, поврежденных вредной черепашкой в различной степени, уже в начале набухания в зоне эндосперма, прилегающей к зародышу, заметно увеличивается гидролиз и потребление не только мелкой фракции, но и промежуточной и крупной фракций крахмала. Завершающий период прорастания поврежденных зерновок характеризуется полным использованием запасных биополимеров, поступающих из эндосперма в зону их потребления, что сказывается на их посевных качествах [Капусткина, 2010, 2011; Капусткина, Нефедова, 2013; Павлюшин и др., 2015]. Полученные данные свидетельствуют, что снижение посевных качеств поврежденных зерновок определяется сортом пшеницы и зависит от характера и степени их поврежденности клопами. Энергия прорастания неповрежденных зерновок в среднем по анализируемым сортам озимой и яровой пшеницы составила 98.2%, лабораторная всхожесть – 93.2%, сила роста 4–5 балла (табл. 2, 3). Зерновки, поврежденные клопами в различной степени, характеризуются снижением энергии прорастания на 8–58%, по сравнению с неповрежденными

Таблица 2. Посевные качества зерна разных сортов озимой пшеницы при повреждении вредной черепашкой

Сорт	Типы повреждений зерновок	Энергия прорастания		Лабораторная всхожесть		Сила роста, средний балл
		%	% к контролю	%	% к контролю	
Августа	контроль	93	-	95	-	5
	1–2 балл повреждения	62	31	68	27	3
	3–4 балл повреждения	84	9	88	7	3
Гром	контроль	100	-	88	-	4
	1–2 балл повреждения	92	8	76	12	4
	3–4 балл повреждения	42	58	34	54	2
Коллега	контроль	98	-	98	-	4
	1–2 балл повреждения	96	2	94	4	2
	3–4 балл повреждения	94	4	84	14	3
Краснодарская 38	контроль	100	-	100	-	5
	1–2 балл повреждения	72	24	64	36	3
	3–4 балл повреждения	56	44	40	60	2
Юка	контроль	98	-	98	-	5
	1–2 балл повреждения	99	-1	97	1	4
	3–4 балл повреждения	98	0	94	4	4
Сила	контроль	100	-	80	-	4
	1–2 балл повреждения	98	2	86	-6	4
	3–4 балл повреждения	96	4	72	8	3

Таблица 3. Посевные качества зерна различных сортов яровой пшеницы при повреждении вредной черепашкой

Сорт	Типы повреждений зерновок	Энергия прорастания		Лабораторная всхожесть		Сила роста, средний балл
		%	% к контролю	%	% к контролю	
Алтайская 325	контроль	100	-	94	-	4
	1–2 балл повреждения	78	20	64	30	4
Алтайская жница	контроль	98	-	98	-	4
	1–2 балл повреждения	76	22	62	36	2
	3–4 балл повреждения	98	0	88	10	3

ми зерновками. Лабораторная всхожесть зерновок, поврежденных по 1–2 баллам, в среднем составляла 80.8%, что на 12.4% ниже контроля, а при повреждении по 3–4 баллам, соответственно, на 68.7% и на 24.5%. Сила роста проростков, выросших из поврежденных зерновок, независимо от степени поврежденности снижалась на 1–2 балла по сравнению с контролем.

Детальный анализ структур проростков показал, что при повреждении зерновок пшеницы вредной черепашкой в результате нарушения механизмов, обеспечивающих зародыш запасом питательных веществ, необходимых для прорастания семени и развития автотрофного растения, возникают различного типа аномалии в развитии зародышевых корней, зародышевого побега и комбинированное аномальное развитие корневой системы и зародышевого побега [Капусткина, 2009, 2010, 2011].

Проведенные нами полевые исследования показали, что в фазу всходов в контроле отмечалось прорастание 90–93% зерновок, а в вариантах опыта – 74.5–85.5%. При этом выявлено снижение силы роста проростков на 0.2–0.9 балла, количества сформировавшихся зародышевых корней от 4.2% до 13.4%, уменьшение длины coleoptиле от 9.8% до 25.6%, длины зародышевого побега на 13.3–23.7% по сравнению с контролем.

К моменту полного кущения и начала выхода растений в трубку биологическая масса листового аппарата растений, выросших из поврежденных клопами зерновок, снизилась на 14.1–20.6%, масса узловых корней на 31.8% по сравнению с аналогичными показателями у контрольных растений (рис. 3). Известно, что проростки, формирующие короткое coleoptиле и слабо развитые зародышевые листья, в полевых условиях оказываются нежизнеспособными и часто погибают, особенно при несоблюдении соответствующих профилактических и агротехнических приемов возделывания пшеницы.

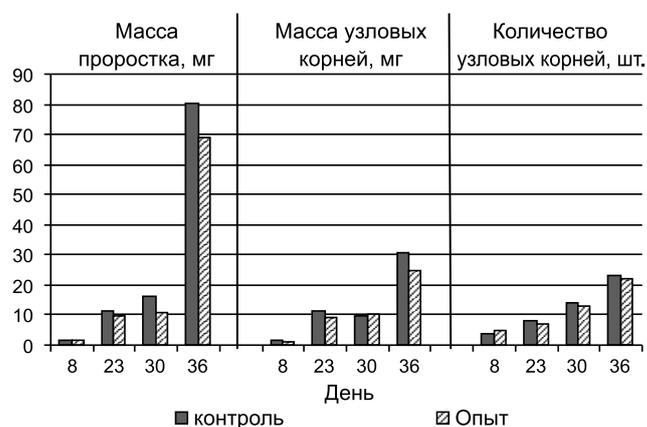


Рисунок 3. Морфофизиологическая характеристика растений яровой пшеницы сорта Саратовская 55 в период всходы–начало колошения при повреждении зерновок вредной черепашкой: Контроль – пробы, не содержащие зерновок, поврежденных вредной черепашкой; Опыт – пробы, содержащие зерновки, поврежденных вредной черепашкой (1–4 балл)

К периоду наступления полной спелости пшеницы количество растений, выросших из поврежденных зерновок и сохранившихся к уборке урожая, сократилось на 31.5%, количество продуктивных стеблей на 18.6% масса зерна на 42.7% по отношению к показателям у растений, выросших из зерновок, не имеющих повреждений вредной черепашкой [Капусткина, 2011; Павлюшин и др., 2015].

Классификация жизнеспособности семян в связи с проявлением скрытой вредоносности вредной черепашки, описание ответной реактивности поврежденных тканей репродуктивных и вегетативных органов пшеницы материнского растения и на начальных этапах онтогенеза растений следующего поколения, охватывающая эмбриональный период, период прорастания семян и ювенильный возрастные периоды, представлена в таблице 4.

Таблица 4. Классификация изменений жизнеспособности семян при их повреждении вредной черепашкой в разные возрастные периоды онтогенеза пшеницы

Возрастные периоды	Жизнеспособность семян и их ответные реакции при повреждении клопами
<b>Эмбриональный</b> (9–12 этапы органогенеза)	Нарушения процессов гаметогенеза и оплодотворения, в том числе формирования полноценной оплодотворяющей способности пыльцы в пыльниках материнского растения
<b>Формирование зародышевых органов проростков</b> (1–2 этапы органогенеза)	Количественные и качественные изменения метаболизма запасных тканей при прорастании зерновок и их рациональное использование для полноценного формирования проростков; Морфофизиологические и цитоморфометрические изменения сопряженности периодов митотического цикла в клетках апикальной меристемы зародыша. Дезорганизация структур клеточного аппарата; Патологические отклонения в дифференциации и специализации клеток меристемы зародыша в качественно новые ткани будущего проростка;
<b>Ювенильный</b> (образованием вегетативных органов проростков, 3–4 этапы органогенеза)	Аномальное развитие зародышевой корневой системы и зародышевого побега проростков. Изменение стандартных показателей посевных качеств семян. Снижение полевой всхожести семян.

### Заключение

В результате изучения скрытой вредоносности вредной черепашки в онтогенезе пшеницы было установлено, что гидролазы клопов, введенные в зерновки при питании, приводят к нарушению процессов, вызывающих и сопровождающих ход их прорастания, роста и развития растений. Изменения, происходящие в эмбриональный возрастной период, заключаются в увеличении доли нежизнеспособных или стерильных пыльцевых зерен в пыльниках от 18.4 до 44.5% растений, выросших из зерновок, поврежденных клопами. При набухании семян и в начале их прорастания наблюдаются нарушения сопряженности периодов митотического цикла, дезорганизация структур клеточного аппарата, патологические отклонения в дифференциации и специализации клеток меристемы зародыша в качественно новые ткани будущего проростка.

Комплексное изучение особенностей процесса прорастания и морфогенеза пшеницы при повреждении вредной черепашкой зерна позволило установить, что описанные выше нарушения, сопровождающие интенсивность

метаболических, ростовых и органообразовательных процессов, в дальнейшем определяют изменение посевных качеств семян, приводят к значительному замедлению темпов роста и аномального развития зародышевых органов проростков (зародышевой корневой системы и зародышевого побега), к неполноценному развитию растений в полевых условиях и снижению их продуктивности. Показано, что изменения элементов продуктивности под воздействием повреждений вредной черепашки в значительной степени связаны с нарушением коррелятивных связей между ростом и развитием вегетативных органов и сложных процессов дифференциации репродуктивных органов, а также с уровнем содержания и свойствами основных биополимеров растений, особенно углеводов, которые в значительной степени определяют особенности протекания метаболических процессов и морфофункциональных изменений в морфогенезе пшеницы, главным образом, в процессе эвокации цветения и формирования зерновок.

### Библиографический список (References)

- Арешников Б.А., Старостин С.П. Вредная черепашка и меры борьбы с ней / Б.А. Арешников, С.П. Старостин // М.: Колос. 1982. 288 с.
- Бессонова В.П. Влияние загрязнения среды на мужскую фертильность декоративных цветочных растений / В.П. Бессонова // Ботанический журнал. 1997. Т. 82. №5. С. 38–44.
- Вилкова Н.А., Нефедова Л.И., Капусткина А.В. Характер прорастания зерновок озимой пшеницы, поврежденных вредной черепашкой / Н.А. Вилкова, Л.И. Нефедова, А.В. Капусткина // II Всерос. совещ. «Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам». СПб: РАСХН, ВИЗР, ИЦЗР. 2008. С. 200–204.
- Звягина А.С. Показатель фертильности мужского гаметофита как критерий в биотестировании влияния гербицидов на репродуктивную систему озимой мягкой пшеницы / А.С. Звягина // Научный журнал КубГАУ. Краснодар: КубГАУ. 2014. № 04 (098). С. 675–685. [Электронный ресурс] URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/50.pdf> (Дата обращения: 24.12.2016).
- Капусткина А.В. Морфофизиологические особенности прорастания зерновок озимой пшеницы при их повреждении вредной черепашкой / А.В. Капусткина // Вестник защиты растений. 2009. № 4. С. 39–47.
- Капусткина А.В. Патология прорастания зерновок *Triticum aestivum* различных сортов, поврежденных вредной черепашкой / А.В. Капусткина // Генетические ресурсы растений и селекции. Конференция молодых ученых и аспирантов. СПб: ВИР. 2010. С. 184–190.
- Капусткина А.В. Морфофизиологические изменения в зерновках пшеницы при повреждении вредной черепашкой / А.В. Капусткина // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. Сб. науч. трудов СПбГАУ. СПб. 2011. С. 122–125.
- Капусткина А.В., Нефедова Л.И. Прорастание и морфогенез семян пшеницы при повреждении вредной черепашкой / А.В. Капусткина, Л.И. Нефедова // Вестник защиты растений. 2013. № 2. С. 48–56.

- Капусткина А.В., Нефедова Л.И. Цитофизиологическая реактивность соргов пшеницы на воздействие вредной черепашки. / А.В. Капусткина, Л.И. Нефедова // Вестник защиты растений. 2014. № 2. С. 17–22.
- Конарев Ал.В., Конарев А.В., Нефедова Л.И., Губарева Н.К., Д. Сиври Озай. Анализ полиморфизма гидролизующих клейковину протеиназ в зерновках пшеницы, поврежденной вредной черепашкой *Eurygaster integriceps* Put. и родственными ей клопами / Ал.В. Конарев, А.В. Конарев, Л.И. Нефедова, Н.К. Губарева, Д. Сиврин Озай // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 5. С. 7–11.
- Мельников Н.Н., Новожилов К.В., Белан С.Р. Пестициды и регуляторы роста растений / Н.Н. Мельников, К.В. Новожилов, С.Р. Белан // Справочник. М.: Химия. 1995. 574 с.
- Павлюшин В.А., Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Нефедова Л.И., Капусткина А.В. Вредная черепашка и другие хлебные клопы. / В.А. Павлюшин, Н.А. Вилкова, Г.И. Сухорученко, Л.И. Нефедова, А.В. Капусткина // СПб. 2015. 280 с.
- Прокофьев А.А. Формирования семян как органов запаса / А.А. Прокофьев // М.: Наука. 1968. 52 с.
- Ржанова Е.И. Морфологическая характеристика культур видов трибы виковых / Е.И. Ржанова // Автореф. докт. дис. М. 1975. 39 с.
- Реймерс Ф.Э., Илли И.Э. Прорастание семян яровой пшеницы в зависимости от содержания в них белка / Ф.Э. Реймерс, И.Э. Илли // Сб. Физиолого-биохимические проблемы семеноведения и семеноводства. Иркутск. 1973. С. 54–59.
- Batygina T.B. Polymorphism of sexual and somatic embryos as manifestation of their developmental parallelism under natural conditions and in tissue culture / T.B. Batygina // Plant Biotechnology and Molecular Markers. New Delhi: Anamaya Publishers. 2004. P. 43–59.
- Rank Y. The method of Allium anaphase-telofase chromosome aberration assay / Y. Rank // Ekologiya. Vilnius. 2003. № 1. P. 38–42.
- Roberts E.H. Viability of seeds. / E.H. Roberts // Chapman and Hall Ltd. London. 1972. 415 p.

### Translation of Russian References

- Areshnikov B.A., Starostin S.P. Sunn pest and measures of its control. Moscow: Kolos. 1982. 288 p. (In Russian).
- Bessonova V.P. The influence of environmental pollution on male fertility of decorative flower plants. Botanicheskii zhurnal. 1997. V. 82. N 5. P. 38–44. (In Russian).
- Kapustkina A.V. Morphological and physiological features of germination of kernels of winter wheat at damage by sunn pest. Vestnik zashchity rastenii. 2009. № 4. P. 39–47. (In Russian).
- Kapustkina A.V. Morphological changes in grains of wheat damaged by sunn pest. In: Nauchnoe obespechenie razvitiya APK v usloviyakh reformirovaniya. Sb. nauch. trudov SPbGAU. St. Petersburg. 2011. P. 122–125. (In Russian).
- Kapustkina A.V. Pathology of grain sprouting in *Triticum aestivum* different varieties damaged by sunn pest. In: Geneticheskie resursy rastenii i selek-

- sii. Konferentsiya molodykh uchenykh i aspirantov. St. Petersburg: VIR. 2010. P. 184–190. (In Russian).
- Kapustkina A.V., Nefedova L.I. Cytophysiological reactivity of grades to sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) harming activity. Vestnik zashchity rastenii. 2014. № 2. P. 17–22. (In Russian).
- Kapustkina A.V., Nefedova L.I. Germination and morphogenesis of wheat seeds at damage by sunn pest. Vestnik zashchity rastenii. 2013. № 2. P. 48–56. (In Russian).
- Konarev A.V., Konarev A.V., Nefedova L.I., Gubareva N.K., Sevrin Ozajj D. Analysis of polymorphism of proteinase hydrolyzing gluten in wheat grains damaged by sunn pest *Eurygaster integriceps* Put. and related bugs. Doklady Rossiiskoi akademii selskokhozyajstvennykh nauk. 2013. № 5. P. 7–11. (In Russian).
- Melnikov N.N., Novozhilov K.V., Belan S.R. Pesticides and plant growth regulators. Handbook. Moscow: Khimiya. 1995. 574 p. (In Russian).

- Pavlyushin V.A., Vilkova N.A., Sukhoruchenko G.I., Nefedova L.I., Kapustkina A.V. Sunn pest and other grain bugs. St. Petersburg. 2015. 280 p. (In Russian).
- Prokofyev A.A. Formation of seeds as reservation organs. Moscow: Nauka. 1968. 52 p. (In Russian).
- Reimers F.E., Illi I. Germination of seeds of spring wheat depending on the content of protein. In: Sbornik Fiziologo-biohimicheskie problemy semenovedeniya i semenovodstva. Irkutsk. 1973. P. 54–59. (In Russian).
- Rzhanova E.I. Morphological characteristics of crop species of the vetch tribe. Dsc Thesis. Moscow. 1975. 39 p. (In Russian).
- Vilkova N.A., Nefedova L.I., Kapustkina A.V. Nature of germination of winter wheat grains damaged by sunn pest. In: II Vseros. soveshch. «Sovremennye problemy immuniteta rastenii k vrednym organizmam». St. Petersburg: RASKHN, VIZR, ICZR. 2008. P. 200–204 (In Russian).
- Zvyagina A.S. Fertility of male gametophyte as a criterion in bioassay of the effect of herbicides on reproductive system of soft winter wheat. Nauchnyi zhurnal KubGAU. Krasnodar: KubGAU. 2014. N 4 (098). P. 675–685. [Electronic resource]: URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/50.pdf> (date of access: 24.12.2016). (In Russian).

Plant Protection News, 2017, 2(92), p. 22–28

## VIABILITY OF SEEDS AT DAMAGE OF WHEAT BY SUNN PEST

A.V. Kapustkina, L.I. Nefedova

*All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia*

The main purpose of the research was to study the latent harmfulness of the Sunn pest (*Eurygaster integriceps*) at wheat seed damage to establish causality of the degradation of their vitality. The negative effects of damage by bugs are studied during their feeding on grains of different wheat varieties. The results of a study of the latent harmfulness of the Sunn pest in the ontogenesis of wheat are summarized. A classification of seed viability is proposed in different age periods of development of seedlings in respect of their damage by the Sunn pest. The changes in the manifestation of the reactivity of the seeds to the impact of the Sunn pest during germination are described. It is established that physiologically active compounds of bugs, including hydrolases, introduced in grain diet cause metabolic, embryological, morphological, cytophysiological, growth and organogenetic processes. Such violations of morpho-physiological status of seedlings cause significant growth retardation and abnormal development of embryonic organs (embryonic root system and embryonic shoots) that further defines the changing determinants of sowing qualities of seeds, poor plant development in field conditions and their productivity.

**Keywords:** wheat; variety; Sunn pest; seed preservation; germination; life cycle; growth and development; seedling.

### Сведения об авторах

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация

\*Капусткина Александра Валерьевна. Научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: [ydati@mail.ru](mailto:ydati@mail.ru)

Нефедова Людмила Ивановна. Ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук

\* Ответственный за переписку

### Information about the authors

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation

\*Kapustkina Aleksandra. Researcher, PhD in Biology, e-mail: [ydati@mail.ru](mailto:ydati@mail.ru)

Nefedova Lyudmila. Leading researcher, PhD in agriculture

\* Responsible for correspondence