

Особенности селекции озимой мягкой пшеницы по нейтрализации воздействия фермента клопа – вредная черепашка на качество зерна

М.А. Фоменко, к.с.-х.н., **А.И. Грабовец**, член-корр. РАН, д.с.-х.н., профессор, **О.В. Мельникова**, м.н.с., ФГБНУ Донской зональный НИИСХ

В последнее десятилетие в южных и восточных регионах России отмечается постоянная тенденция к росту популяции опасного вредителя зерновых – клопа – вредная черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.). Последний такой пик отмечали в нашем регионе в 1996–1999 гг. В хозяйствах северо-восточной зоны Ростовской области гибель продуктивного стеблестоя достигала 60–90% [1]. Уколы вредителя в стебель и колос вызывали гибель стеблестоя, недоразвитость колоса, увеличивали щуплость, снижали массу и всхожесть зерна, что вело к уменьшению количества и качества вала озимых культур [2, 3].

Целью исследований было изучение воздействия повреждений, наносимых клопом – вредная черепашка, на показатели качества зерна озимой мягкой пшеницы, выявление генотипов из мировой коллекции, слабо реагирующих на повреждения, а также создание новых аналогичных форм для использования в селекционных программах.

Материал и методика исследований. Исследования проводили в отделе селекции и семеноводства пшеницы и тритикале Донского ЗНИИСХа Ростовской области в 2008–2014 гг. Материалом исследований служили образцы мировой коллекции, сорта и линии мягкой озимой пшеницы, созданные в отделе. Технологические оценки качества зерна выполняли в соответствии с ГОСТом. Натуру, стекловидность, число зёрен, повреждённых клопом-черепашкой, реологические свойства теста, объёмный выход хлеба определяли по методике ГСИ [4]. Содержание белка устанавливали по ГОСТу Р51417-99, также на приборе «Инфратек 1241» методом инфраскопии, количество и качество клейковины зерна – по ГОСТу 27839-88.

Результаты исследования. Для изучения влияния повреждения зерновок клопом – вредная черепашка на их качество привлекали материал конкурсных испытаний озимой мягкой пшеницы за 2005–2014 гг. Повреждение зерна варьировало от 0 до 6%. По характеристикам качества зерна данные генотипы соответствовали параметрам ценных и сильных пшениц. Результаты исследований показали, что поражение зёрен вредителем в пределах 0–2,0% не оказывало значимого влияния на содержание клейковины генотипов. Её упругость по показателю ИДК – 1 находилась в диапазоне 69–82 е.п. Изменение физических свойств клейковины, выявляемое ИДК-анализом, возрастало при увеличении повреждённости зерна (рис. 1). Упругость клейковины снижалась от удовлетворительно слабой (II гр.) до неудовлетворительно слабой (III гр.).

В годы интенсивного развития вредителя в северо-западной зоне Ростовской области повреждение зерна в селекционных питомниках в 2008 г. варьировало от 1 до 10%, в 2010 г. – 5–30% (при двукратных химических обработках). Экспериментально было установлено, что при повреждении зерна селекционного материала озимой пшеницы свыше 5% происходило уменьшение количества белка и клейковины (рис. 2; объём выборки 46 сортов, КСИ 1, 2). Из уравнения регрессии $y = -0,0828x + 27,27$ следует, что при повреждении зерна на уровне 1% количество клейковины составляло 27,18%, 10% – 26,4%.

Протеолитические ферменты клопа оказывали неоднозначное действие на показатели качества зерна различных генотипов. Это выявили в сортах, включённых в Госреестр РФ, а также изучаемых в ГСИ. Для детализации исследований формировали образцы с искусственно высокой степенью повреждения (табл. 1).

После их изучения выявили, что у ряда сортов, несмотря на существенное повреждение зёрен

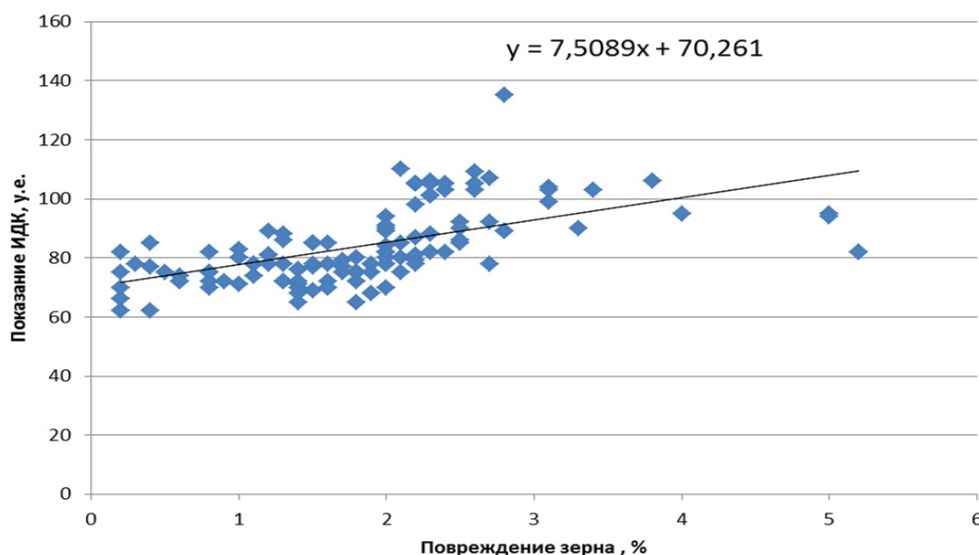


Рис. 1 – Зависимость упругости клейковины (по показателю ИДК) от степени повреждённости зерна клопом – вредная черепашка, КСИ, 2005–2007 гг.

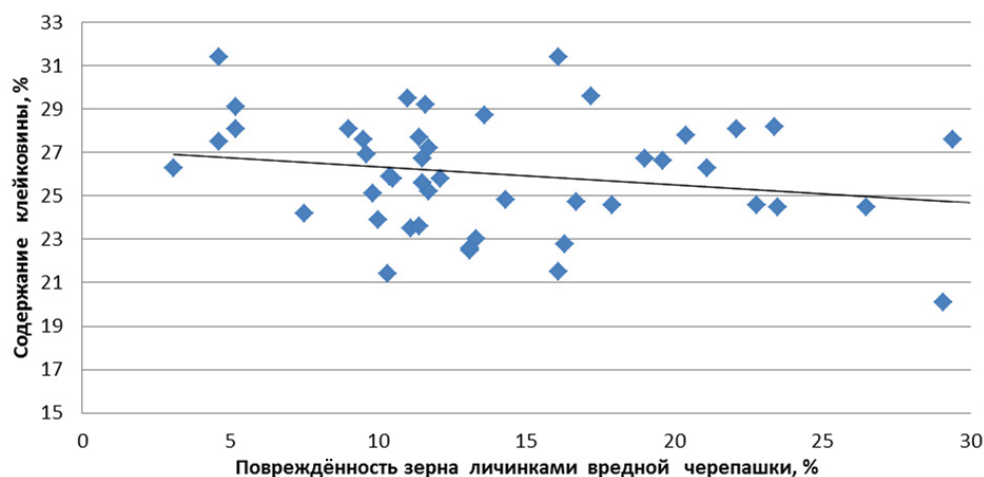


Рис. 2 – Распределение сортообразцов по количеству клейковины в зависимости от повреждения зерна вредителем (КСИ, 2010 г.)

клопом, сохраняются неплохие технологические показатели качества. Сорт Вестница при 4-процентном повреждении зерна характеризовался достаточно высокими показателями альвеограммы (272 е.а.) и объёмом хлеба со 100 г муки (830 см³). Для сравнения: у стандарта сорта Дон 107 (с меньшим процентом поражения – 2,5%) эти показатели были ниже и составили соответственно 252 е.а. и 820 см³. У ценного по качеству зерна сорта Агра при таком же повреждении (4%) эти показатели были ещё ниже. Показатель SDS-седиментации составил 48,5 мл, объём альвеограммы – 203 мл. У новых сортов Тарасовская 70, Вестница значимое снижение показателей качества зерна под действием ферментов проявляется при 16,1–23,5% повреждения. Следовательно, имеются разные генотипы, которые в зависимости от генотипических особенностей сорта характеризуются различной реакцией на протеолитические ферменты вредителя. Таким образом, имеется свободная комбинационная

изменчивость, позволяющая выделять генотипы с высокими технологическими показателями качества зерна при значительном поражении его клопом – вредная черепашка.

Ряд рекомбинантов, созданных на основе среднебелковых и высокобелковых сортов, сбалансированным содержанием клейковины характеризуются достаточно высокой толерантностью к фитофагу. Несмотря на повреждение исследуемого материала на 9,5–14,6%, линии-сисбсы по комбинациям Губернатор Дона / Ермак, Росинка тарасовская / Северодонецкая юбилейная характеризовались достаточно высокими показателями седиментации, объёмом альвеограммы и хлеба (табл. 2).

Одновременно наблюдали и иную закономерность. Например, межвидовой гибрид Родник тарасовский / Бард (озимая тритикале) создан при скрещивании среднебелкового материнского и низкобелкового отцовского генотипов. В этом

1. Влияние фермента клопа на изменчивость качественных характеристик зерна
ряда сортов озимой пшеницы, КСИ, 2010–2014 гг.

Сорт	Степень повреждения зерна, %	Содер- жание белка, %	Содержа- ние клейко- вины, %	SDS, мл	Объём альвео- граммы, е.а.	Объём хлеба, мл	Общая хлеб. оценка, балл
Дон 95, ст.	5,2	14,3	27,2	46,6	57	860	4,6
Дон 107, ст.*	2,5	13,9	27,8	48,0	252	820	4,5
Тарасовская 70	0,1	16,5	32,7	65,6	461	820	4,7
	1,4	16,2	32,2	59	352	820	4,6
	3,6	13,9	27,4	53	289	830	4,7
	14,3	13,2	24,8	39,9	220	700	3,0
Прелюдия	1,0	14,6	27,6	54,5	175	930	4,7
	1,9	16,2	31,3	64,3	323	940	4,9
	2,5	14,4	27,4	59	259	950	5
	4,8	14,0	25,6	52,4	167	900	4,8
Вестница	20,4	14,5	27,8	48,7	27	700	3,3
	0,6	15,7	31,2	62,5	216	900	4,7
	1,7	14,8	29,9	64,4	284	800	4,1
	3,0	14,5	28,8	61,1	173	890	4,5
Агра	4,0	13,9	26,6	48,54	203	700	4,0
	6,5	12,5	21,6	45,2	172	530	3,4
	7,1	13,1	21,5	32,7	39	420	3,6
Стандартное отклонение	7,5	1,3	3,5	11,7	115,5	82	0,5

Примечание: * Дон 107 – стандарт ГСИ с 2014 г.

2. Влияние фермента клопа на изменчивость качественных характеристик зерна
различных линий в сравнении с родительскими формами, КСИ, 2010 г.

Сорт	Степень повреж- дения зерна, %	Содер- жание белка, %	Содер- жание клей- ковины, %	SDS, мл	Объём альвео- граммы, е.а.	Объём хлеба, мл	Общая хлеб. оценка, балл
♀ Губернатор Дона	13,5	12,4	21,5	43,1	14	840	3,64
856/09 Губернатор Дона / Ермак	11,4	14,3	27,7	54	258	900	4,1
861/09 --//-----//---	11,5	13,9	26,7	55	189	920	4,4
863/09 --//-----//---	9,5	14,3	27,6	55	174	860	4,1
866/09 --//-----//---	9,6	13,9	26,9	55	204	830	4,6
868/09 --//-----//---	11,4	12,7	23,4	55	188	840	4,1
♂ Ермак	19,4	14,4	27,6	52	38	700	3,0
♀ Росинка тарасовская	5,2	12,4	21,3	31,9			
1799/10 Росинка тарасовская / Северодонецкая юбилейная	12,6	13,7	25,9	57,0	264	700	4,1
1804/10 -//-----//---	9,6	14,0	26,4	54,0	195	700	3,9
1806/10 -//-----//---	10,1	13,5	25,8	53,0	193	660	4,3
1807/10 -//-----//---	12,9	13,2	24,3	56,0	211	710	3,6
1808/10 -//-----//---	14,6	13,2	24,3	54,0	212	650	4,0
1807/10 -//-----//---	12,0	13,7	25,3	54,0	246	630	4,1
♂ Северодонецкая юбилейная	9,3	14,6	27,4	59	299	870	4,7
♀ Родник тарасовский	18,3	13,3	24,4	45,4	75	650	3,5
1650/10 Родник тарасовский / Бард	20,0	13,6	24,3	45,4	–	680	3,0
1651/10 //-----//---	18,0	13,7	24,7	44,4	–	690	3,1
♂ Бард	1,8	10,8	16,3	44,7	54	300	2,8

случае снижение показателя седиментации с увеличением количества повреждённых зёрен у линий 1650/10, 1651/10 протекало более интенсивно в сравнении с морфобиотипами, полученными на основе средне- и высокобелковых родительских форм. Показатели SDS-седиментации были равны 44,4–45,4 мл, клейковины – 24,3–24,7% III гр. Из-за низкого качества клейковины реологические свойства теста не смогли даже изучить.

Аналогичная работа ведётся и в других НИИ. В селекционно-генетическом институте – национальном центре семеноведения и сортоизучения НААНУ были созданы сверхсильные сорта Панна и Лэлэка. Они, по данным оригинаторов, характеризовались упругой клейковиной. Выпечь хлеб из таких сортов без более длительного замеса или добавки низкокачественного зерна невозможно [5]. В наших исследованиях при 6,5-процентном по-

3. Влияние протеолитического фермента клопа — вредная черепашка на качественные показатели зерна ряда сортов озимой пшеницы; коллекционный питомник, 2008 г.

Сорт	Степень повреждения зерна, %	Содержание белка, %	Содержание клейковины, %	SDS, мл	Объём альвеограммы, е.а.	Объём хлеба, мл	Общая хлебопекарная оценка, балл
Дон 95, ст.	2,9	13,3	23,4	46,3	198	800	4,3
Adler	5,5	16,4	32,3	64,3	172	860	4,9
Credo	4,3	14,8	36,2	64,3	102	860	4,9
Nord 99314/128	8,8	15,1	28,6	61,2	45	760	4,9
Nord 02187/512	4,1	14,9	28,9	58,6	92	760	4,9
Панна	6,5	14,2	24,1	52,6	182	800	5
Лэлэка	4,5	13,5	32,8	49,6	112	650	4,1
Стандартное отклонение	2,09	1,05	4,6	11	56	103,4	0,41

вреждении зёрен сорта Панна объём хлеба со 100 г муки составил 800 см³ отличного качества. В условиях степи Ростовской области при изучении коллекционного материала также были выделены сортообразцы из Германии Adler, Credo, Nord 02187/312, у которых незначительно снижались показатели качества зерна при его повреждении клопом — до 4,1–5,5% (табл. 3).

Использование этих сортов в гибридизации с местными морфобиотипами послужило основой для создания генотипов с различной реакцией на степень повреждения зерна. Для изучения влияния протеолитических ферментов клопа на изменчивость показателей качества привлекали селекционный материал межстанционного и конкурсных испытаний, контрольного питомника с варьированием поражения от 2,6 до 10,2% (2008–2014 гг.). Хотя сорт Лэлэка при 4,5-процентном повреждении характеризовался средним содержанием белка (13,7%), однако генотипы, созданные с его участием, характеризовались заметно лучшими показателями. Более высокое повреждение зерна линии 1275/07 (852/00 / Лэлэка) (5%) не привело к снижению показателей качества. Содержание белка в зерне составило 15,1%, 27,3% — клейковины, седиментация — 52,5 мл, объём хлеба — 880 см³. Повреждение зерна генотипа 1259/08 (Родник тарасовский / Лэлэка) составило 3,9%. Содержание белка было равно 14,1%, клейковины — 24,4%, седиментация — 45,3 мл. Т.е. данные генотипы при сопоставимом повреждении зерна по характеристикам качества превысили значения исходного сорта Лэлэка.

В то же время следует отметить, что использование источников устойчивости к ферменту клопа при гибридизации не всегда даёт положительные результаты. Зерно сорта Панна при 6,5-процентном повреждении вредной черепашкой содержало 14,2% белка, 24,1% — клейковины. Степень повреждения зерна линий-сисбов 1357/08, 1358/08 и 1359/08 популяции (Панна / 743/00) в сравнении с сортом Панна была меньшей — 3,7–6,1%. Однако

показатели качества зерна данных форм уступили исходному компоненту. Действие протеолитических ферментов вызывало снижение количество белка (12,1–12,9%), клейковины (18,9–23,0%).

Гибридное потомство, полученное при использовании немецких сортов в беккрассах, также характеризовалось различной реакцией на поражение вредителем. Повреждение зерна вредителем линии Nord 99314/128 × [(Украинка одесская × Росинка тарасовская) × Украинка одесская] было незначительное (1,6%), что не отразилось на показателях качества. Содержание протеина — 16,2%, клейковины — 29,4%, объём альвеограммы — 236 а.а. Однако увеличение повреждения зёрен генотипа 1423/09 [(Украинка одесская × Росинка тарасовская) × Украинка одесская] × Nord 99314/128 до 4,8% обусловило снижение объёма альвеограммы (140 е.а.) и показателя седиментации (54,4 мм).

Таким образом, были рассмотрены некоторые предварительные итоги селекции по созданию генотипов, толерантных к негативному действию фермента клопа — вредная черепашка, его влиянию на характеристики качества зерна озимой пшеницы. Выделены сорта и созданы с их участием новые генотипы, сочетающие должное качество зерна с устойчивостью технологических и хлебопекарных свойств при значительном повреждении клопом — вредная черепашка.

Литература

1. Шишколова О.В. Клоп — вредная черепашка. Готовы ли мы защитить от него урожай 2010? // Поле августа (газета для земледельцев). 2010. № 5 (82). С. 7–8.
2. Беркутова Н.С. Методы оценки и формирования качества зерна. М.: Росагропромиздат, 1991. 206 с.
3. Дулов М.И. Влияние клопа-черепашки на технологические и хлебопекарные свойства зерна сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Среднего Поволжья // Нива Поволжья. 2008. Т. 8. № 3. С. 15–21.
4. Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур / под ред. М.А. Федина. М.: Госагропром, 1988. 120 с.
5. Грабовец А.И., Фоменко М.А., Крохмаль А.В. Селекция озимых пшениц и тритикале на улучшение качества зерна на Дону // Селекция на стабильное виробництво рослинного білка: зб. Наук. прац Луганського національного аграрного університету. Луганськ, 2002. С. 12–15.