

## The quality of wheat grain of different varieties, depending on the infection by granary weevil (*Sitophilus granarius* L.)

N.O. Yashchuk, L.M. Matseiko, A.V. Bober

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

*Heroes of Defense St. 13, Kiev, Ukraine, 03041*

*Corresponding author E-mail: [yazchsuk@rambler.ru](mailto:yazchsuk@rambler.ru), Tel.: +38-099-147-15-82*

*Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-5819-2813>*

*Submitted: 08.01.2018. Accepted: 16.02.2018*

We considered the influence of varietal features of wheat grain on the degree of its infection by granary weevil and the change of quality indices grain of crop at the pest infestation. We studied the samples of grain of winter wheat of soft varieties of Oriyka, Zluka, Forest song and spring durum Kharkovskaya 27 variety. Our study consisted in determining the technological and sowing parameters of wheat grains of different varieties after the 1 month of storage (after passing the post-harvest ripening) and after 12 months of storage (after infection of grain by granary weevil). After passing the post-harvest ripening, the wheat grain of all studied varieties was suitable for technological, seed and fodder purposes and grain Kharkovskaya 27 for the food purposes. After 12 months of storage, the most populated barn weevil was wheat grain of winter soft variety Forest song (more than 3000 pieces in one kilogram in obvious form and 34 % in hidden form). The least infected was grain of spring wheat durum Kharkovskaya 27 (about 500 pieces in one kilogram). The difference in the infection of the wheat grain of the studied varieties is explained by the different hardness of the grain. After 12 months of storage, the population with a granary weevil of wheat grains of all studied varieties promoted an increase in the moisture content and content of foreign materials and carried out to decrease in the characteristics of grain-unit, energy of germination, germinating ability, content of protein and gluten. In the varieties of Oriyka, Zluka and Kharkovskaya 27 energy of germination and germinating ability decreased from 3 till 10 % compared to the initial indices. We observed the most significant decrease in the sowing indices in the variety of Forest song: by 58% less than the initial value of the energy of germination and by 51 % less than germinating ability. We concluded that the wheat grain of the spring durum Kharkovskaya 27 was the most resistant to infection of granary weevil and the preservation of technological quality indicators was.

**Key words:** wheat grain; variety; infection; granary weevil; resistance; quality indicators.

---

## Качество зерна пшеницы разных сортов в зависимости от зараженности амбарным долгоносиком (*Sitophilus granarius* L.)

Н.А. Ящук, Л.Н. Мацейко, А.В. Бобер

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*

*ул. Героев Оборона, 13, г. Киев, Украина, 03041*

*E-mail: [yazchsuk@rambler.ru](mailto:yazchsuk@rambler.ru), Тел.: +38-099-147-15-82*

В статье рассмотрены актуальные вопросы влияния сортовых особенностей пшеницы на степень заражения амбарным долгоносиком и изменение показателей качества зерна данной культуры при его заражении вредителями. Исследования проводились с образцами зерна пшеницы озимой мягкой сортов Орийка, Злука, Лесная песня и яровой твердой сорта Харьковская 27. Исследование заключалось в определении технологических и посевных показателей зерна пшеницы различных сортов после 1-го месяца хранения (после прохождения послеуборочного созревания) и

после 12-ти месяцев хранения (после заселения зерна амбарным долгоносиком). После прохождения послеуборочного созревания зерно пшеницы всех исследуемых сортов было пригодно на технологические, семенные и кормовые цели, а зерно сорта Харьковская 27 и на продовольственные цели. После 12 месяцев хранения наиболее заселенным амбарным долгоносиком было зерно пшеницы озимой мягкой сорта Лесная песня (более 3000 штук в одном килограмме в явной форме и 34 % в скрытой форме). Наименее зараженное было зерно пшеницы яровой твердой Харьковская 27 (около 500 штук в одном килограмме). Различия в зараженности зерна пшеницы исследуемых сортов мы объясняем разной твердостью зерна. После 12 месяцев хранения заселенность амбарным долгоносиком зерна пшеницы всех исследуемых сортов способствовала повышению влажности и содержания примесей и привела к понижению показателей натурности, энергии прорастания, всхожести, содержания белка и клейковины. У сортов Злука, Орийка и Харьковская 27 показатели энергии прорастания и всхожести уменьшились от 3 до 10 % по сравнению с исходными. Наиболее существенное снижение посевных показателей отмечали у сорта Лесная песня: на 58 % меньше первоначального показателя была энергия прорастания и на 51 % – всхожесть. В общем, наиболее устойчивым к заражению амбарным долгоносиком и сохранению технологических показателей качества было зерно пшеницы яровой твердой Харьковская 27.

**Ключевые слова:** зерно пшеницы; сорт; зараженность; амбарный долгоносик; устойчивость; показатели качества.

## Введение

В мировом производстве среди зерновых культур пшеница занимает третье место. Мука, полученная из зерен пшеницы, является основным сырьем для производства хлебобулочных и макаронных изделий (Pedersen & Eggum, 1983; Sánchez-Mariñez et al., 1997; Shewry, 2009; Keskin & Ozkaya, 2015). Сезонное производство зерна и его использование в течение года связано с длительным хранением зерновых масс. Одной из главных причин, приводящих к потерям массы и ухудшению качества зерна при хранении, является заражение его насекомыми (Fornal et al., 2007; Mebarkia et al., 2010; Keskin & Ozkaya, 2015).

Ежегодно в Украине из-за вредителей запасов теряется от 5 до 30 % собранного зерна, кроме того, существенно снижаются его пищевые, фуражные и посевные качества. Питаясь зерном, вредители загрязняют его. Зерно склеивается, уплотняется, в местах скопления вредителей повышаются температура и влажность. С поврежденного зерна получают некачественную, с ухудшенными хлебопекарными и вкусовыми качествами, муку (Dmitruk, 1999; Zakladnoy, 1984; Bashinskaya, 2004).

Амбарный долгоносик (*Sitophilus granarius* L.) является одним из наиболее вредоносных вредителей хранения, особенно в зоне с умеренным климатом (Niewiada et al., 2005; Yildirim et al., 2012; Keskin & Ozkaya, 2015). Развитие их от яйца к взрослой особи происходит внутри зерна. В лабораторных условиях этот вредитель в зерне пшеницы за 9 месяцев развития дает потомство, которое составляет 6211 особей. Это насекомое питается эндоспермом зерновки в стадиях взрослой особи и личинки. Один амбарный долгоносик за свою жизнь съедает до 1 г зерна, а его потомство – 1 кг (Strelec et al., 2012; Shevchenko, Gordianko, 2008; Trybel et al., 2010).

Дальнейшее наращивание и использование химических препаратов может быть достаточно опасным из-за накопления их и продуктов их распада в различных биосубстратах. Способность противостоять повреждениям и ограничивать размножение амбарных вредителей говорит о наличии устойчивости зерновых культур. Устойчивость зерна против амбарных вредителей является основой биологического комплекса защитных мероприятий, поэтому селекция на данный признак должна быть неотъемлемым требованием к новым сортам (Imsheneczkiy, 1987; Weidner, 1985).

В литературе имеются данные о различной поврежденности амбарными вредителями зерна отдельных сортов зерновых культур (Keyhanian, 2002; Shapiro, 1985; Bondarenko, 2015; Siddiqui, 2005). При этом делаются попытки выявить степень устойчивости и связать ее с теми или иными характеристиками зерна. Так, показано, что определенные виды вредителей отличаются по интенсивности размножения и развития на разных сортах пшеницы, ржи, ячменя, овса, кукурузы, сорго, и риса. К тому же, на отдельных сортах численность потомства вредителей снижается в 2-7 раз (Imsheneczkiy, 1987; Sinha, 1971; Levchenko, Imsheneczkiy, 1986).

В качестве ограничивающих факторов указываются разные причины, например, целостность зерновок, плотность оболочек и др. Устойчивость зерна риса, ячменя, овса и сорго против амбарных вредителей обеспечивают стекловидность, твердозернистость, наличие покровных пленок (Tsen et al., 1981; Golob, 1981; Trybel et al., 2010).

Некоторые работы раскрывают прямую зависимость между количеством и качеством белка в зерновке и развитием в ней вредителей (Levchenko, Imsheneczkiy, 1986). Однако, на интенсивность размножения отдельных видов насекомых могут влиять и другие биохимические показатели, например, количественное содержание амилазы (Yetter et al., 1979) и углеводов (Levchenko, Imsheneczkiy, 1986; Bondarenko, 2015).

Поэтому, по нашему мнению, влияние сортовых особенностей пшеницы на степень заражения амбарным долгоносиком и изменение показателей качества зерна данной культуры при его заражении, являются актуальными вопросами, которые требуют дальнейших исследований.

## Материалы и методы исследования

Исследования проводились с образцами зерна пшеницы озимой мягкой сортов Орийка, Злука, Лесная песня и яровой пшеницы твердого сорта Харьковская 27, которые отличались твердостью зерна. Зерно было выращено по общепринятой технологии для данной культуры в течение 2014-2015 гг. на полях ОП НУБиП Украины "Агрономическая опытная станция", расположенных в с. Пшеничное Васильковского района Киевской области. В качестве контроля был взят сорт Лесная песня, который наиболее распространен в Украине.

Основные исследования проводились в лабораториях кафедры технологии хранения, переработки и стандартизации продукции растениеводства им. проф. Б.В. Лесика НУБиП Украины в течение 2015- 2017 гг.

Исследование заключалось в определении технологических и посевных показателей зерна пшеницы различных сортов после 1-го месяца хранения (после прохождения послеуборочного созревания) и после 12-ти месяцев хранения (после заселения зерна амбарным долгоносиком) в условиях обычного зернохранилища.

Оценивали качество и зараженность амбарным долгоносиком зерна пшеницы согласно общепринятым стандартным методикам. Повторность в опытах была двукратная.

## Результаты и их обсуждение

Одним из первых показателей, которые определяют при поступлении зерна или закладки его на хранение, является показатель зараженности амбарными вредителями.

Во время закладки на хранение зерно исследуемых сортов характеризовалось отсутствием амбарных вредителей. Однако, после одного года хранения в зерне всех исследуемых сортов были обнаружены в различных формах зараженности взрослые особи амбарного долгоносика (табл. 1).

**Таблица 1.** Зараженность зерна пшеницы разных сортов амбарным долгоносиком после одного года хранения

Сорта пшеницы	Формы зараженности		
	Явная, шт/кг	Скрытая	
		шт/50 зерен	%
Лесная песня (контроль)	≥ 3000	17	34
Злука	≥ 1000	2	4
Орийка	≥ 1500	5	10
Харьковская 27	≥ 500	7	15

Исследуя численность вредителя в разрезе сортов и видов пшеницы, следует отметить большое количество вредителей, как в явной, так и в скрытой форме в зерне пшеницы озимой мягкой сорта Лесная песня – это более 3000 штук в одном килограмме в явной форме и 34% в скрытой форме.

Промежуточное место занимают сорта пшеницы озимой мягкой: Злука – более 1000 шт/кг в явной форме и 4 % в скрытой, и Орийка – более 1000 шт/кг и 4 % соответственно.

Наименее заселено долгоносиком в явной форме было зерно пшеницы яровой твердой Харьковская 27 – около 500 шт/кг, но в скрытой форме заражение было значительно больше, чем у сортов Злука и Орийка – 15 %.

В общем, зерно пшеницы твердой Харьковская 27 меньше подвергается заражению амбарным долгоносиком, что, по нашему мнению, связано с твердостью зерна.

Исследование зерновых масс как объектов хранения указало, что одним из важнейших факторов, влияющих на состояние зерна и его сохранность, кроме доступа воздуха к зерновой массе и ее температуры, а также температуры окружающей среды, является влажность. После послеуборочной доработки и после прохождения послеуборочного созревания влажность исследуемых сортов пшеницы была значительно ниже критической (от 9,4 до 10,7 % в зависимости от сорта), что позволяло безопасное хранение зерна в течение длительного времени.

Однако после двенадцати месяцев хранения проценты влажности повысились у всех сортов. Самый низкий показатель был у сорта Злука – 14 %, это практически в пределах стандарта. У сортов Орийка и Харьковская 27 влажность зерна была 14,7 %. Самый высокий показатель был отмечен у сорта Лесная песня – 17,7 %, что можно объяснить большей зараженностью зерна данного сорта амбарным долгоносиком.

Анализ изменения влажности зерна пшеницы в зависимости от сорта и срока хранения методом дисперсионного анализа обнаружила отсутствие влияния сорта на влажность зерна:  $F_p = 0,48 < F_{крит} = 9,28$ . Существенное влияние на исследуемый показатель имел также срок хранения,  $F_p = 27,47 > F_{крит} = 10,13$ .

Натура зерна является показателем, который определяет его пригодность для того или иного вида переработки. Учитывая влияние многих факторов на натуру, этот показатель дает достаточную оценку качества зерна в комплексе с влажностью и засоренностью.

После одного месяца хранения показатель натуры зерна пшеницы сорта Лесная песня был 808 г/л, сорта Харьковская 27 – 801 г/л, сорта Орийка – 798 г/л. Зерно всех вышеуказанных сортов по показателю натуры принадлежало – 1-му классу качества. Несколько меньше первоначальный показатель натуры был у сорта Злука – 741 г/л и в соответствии 2-й класс качества (рис. 1). Таким образом, начальный показатель натуры исследуемых сортов позволял использовать их для технических целей.



Рис. 1. Изменение натуры зерна пшеницы разных сортов во время хранения

После 12 месяцев хранения существенное снижение показателя натуры было установлено в сорта Орийка – до 763 г/л, что на 35 г/л меньше чем в начале хранения и у сорта Харьковская 27 – 774 г/л и 27 г/л соответственно. Однако весомое уменьшение натуры было у сорта Лесная песня – до 607 г/л, что на целых 201 г/л меньше чем в начале хранения. Что опять же было связано со значительной заселенностью и поврежденностью зерна изучаемых сортов. Вместе с тем, зерно сорта Злука, хотя и было заселено долгоносиком, показатель натуры не изменило и так же находилось в пределах 2-го класса качества. Также, в рамках 1-го класса по показателю натуры было зерно сортов Орийка и Харьковская 27. Кроме вредителей, на показатель натуры значительно влияет содержание примесей: чем их больше – тем меньше показатель натуры. Одновременно от количества и состава сорных и зерновых примесей зависит класс зерна.

В начале хранения, сорта пшеницы Лесная песня и Орийка характеризовались минимальным содержанием сорной (0,07-0,09 %) и зерновой (3,53-1,41 %) примесей. Несколько выше показатель был у сорта Злука: 2,57 % сорной примеси и 2,80 % - зерновой примеси. Однако высокий показатель примесей был в зерновой массе пшеницы сорта Харьковская 27: 5,01% – сорной примеси и 6,47% – зерновой примеси (рис. 2).

После 12 месяцев хранения, за счет развития, размножения и повреждения зерна пшеницы исследуемых сортов амбарным долгоносиком, произошло увеличение содержания примесей. При этом более существенно выросло содержание зерновой примеси, что явилось результатом повреждения зерна.

Существенный рост содержания зерновой примеси был у сортов Орийка и Злука – в среднем на 2-3 %. Однако, наиболее существенно показатель примесей вырос у сорта Лесная песня: с 3,53 % после первого месяца до 8,67 % после двенадцати месяцев хранения. В целом, около 10 % зерна данного исследуемого сорта было повреждено амбарным долгоносиком.

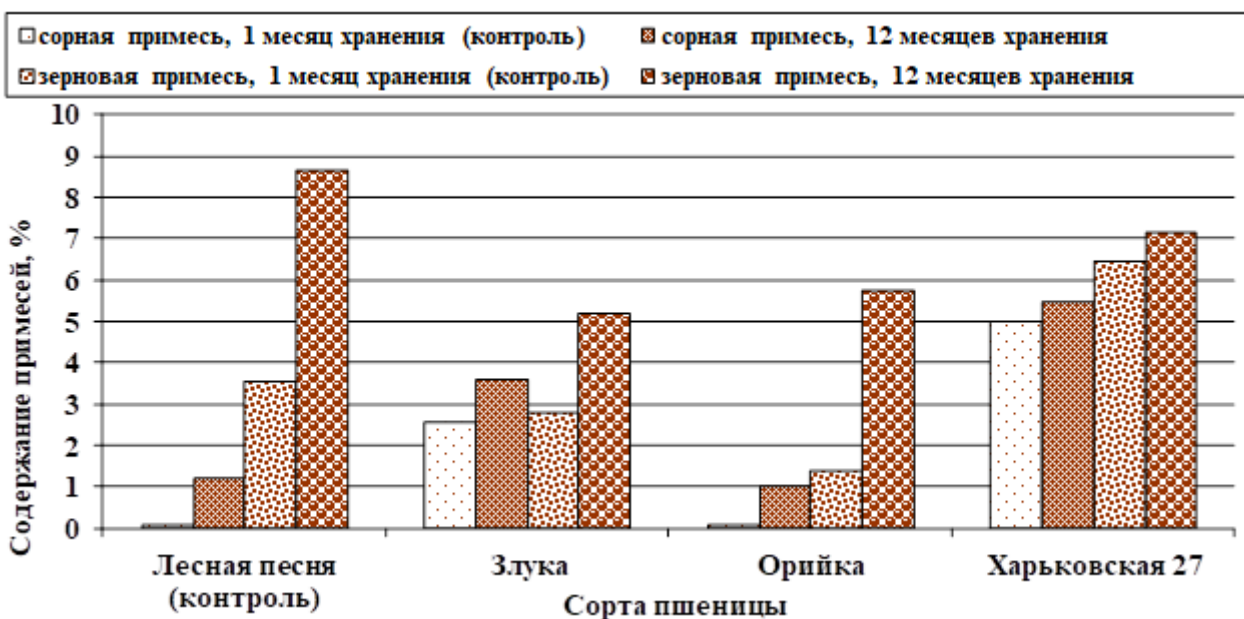


Рис. 2. Изменение содержания примесей у зерновой массы пшеницы разных сортов во время хранения

Дисперсионный анализ динамики содержания сорной примеси в зерне пшеницы в зависимости от сорта и срока хранения обнаружил существенное влияние на исследуемый показатель всех факторов. Существенное влияние на исследуемый показатель имел срок хранения:  $F_p = 34,47 > F_{крит} = 10,13$  и еще существеннее было влияние сортовых особенностей:  $F_p = 215,13 > F_{крит} = 9,28$ .

Одновременно, дисперсионный анализ динамики содержания зерновой примеси в зерне пшеницы обнаружил несущественное влияние на исследуемый показатель сортовых особенностей,  $F_p = 2,52 < F_{крит} = 9,28$  и весомое влияние срока хранения,  $F_p = 11,65 > F_{крит} = 10,13$ .

Содержание белка (протеина) является одним из основных показателей, который нормируется для зерна пшеницы, как государственными стандартами Украины, так и международными, поскольку этот показатель дает информацию о качестве и питательности продуктов, которые будут получены в результате переработки и использования зерна на разные цели.

После прохождения послеуборочного созревания (1 месяц хранения) максимальное содержание белка было в зерна пшеницы твердой сорта Харьковская 27 – 14,39 %, несколько меньше у сортов пшеницы мягкой: Орийка – 10,14 % и Лесная песня – 10,06 % и минимальный показатель содержания белка был в зерна сорта Злука – 8,4 % (рис. 3).

После 12 месяцев хранения и заражения зерна пшеницы амбарным долгоносиком произошло несущественное снижение содержания белка у сорта Орийка (на 0,16 %); значительное – у сорта Злука (на 0,33) % и наиболее существенное у сортов Лесная песня – на 0,94 % и Харьковская 27 – на 1,33 %.

Дисперсионный анализ динамики содержания белка в зерне пшеницы в зависимости от сорта и срока хранения обнаружил существенное влияние на исследуемый показатель сортовых особенностей:  $F_p = 74,84 > F_{крит} = 9,28$  и несущественное влияние срока хранения:  $F_p = 6,47 < F_{крит} = 10,13$ .

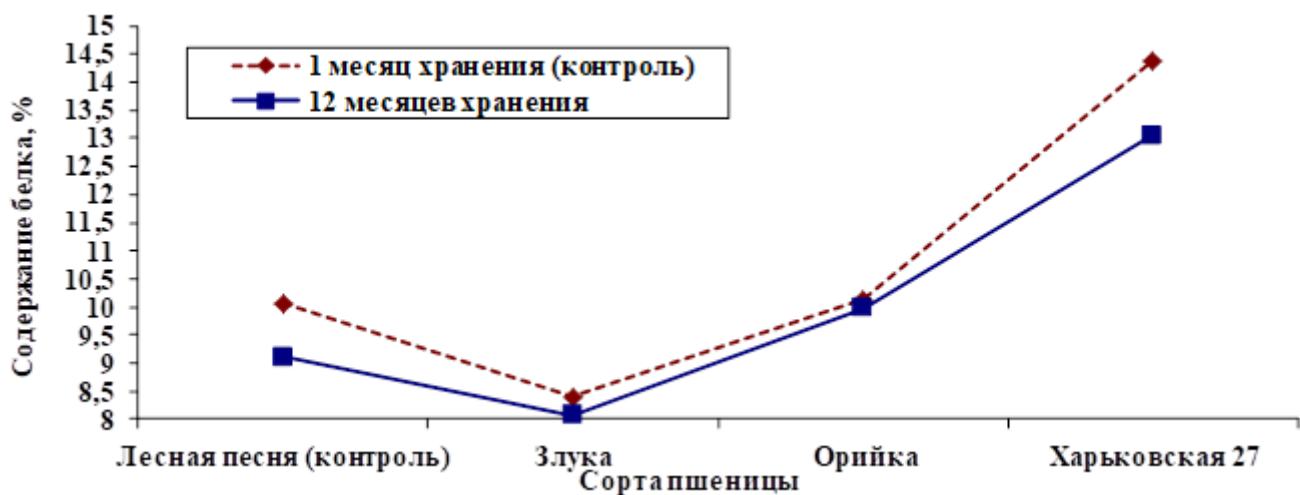


Рис. 3. Содержание белка в зерне пшеницы разных сортов во время хранения

Содержание и качество клейковины являются важными показателями для производства муки на хлебопекарные цели. Количество клейковины должно составлять не менее 18 % для третьего класса зерна и качество должно быть в пределах 1-2 группы.

Учитывая начальные показатели, на производство муки было пригодно зерно пшеницы только сорта Харьковская 27 (табл. 2). Приблизенными были показатели зерна сорта Орийка, а зерно двух других сортов было непригодным для производства муки и хлебопечения.

Таблица 2. Динамика количества и качества клейковины в зерне пшеницы разных сортов во время хранения

Сорта пшеницы	Срок хранения	Показатели	
		Содержание клейковины, %	Качество клейковины, ед. пр. ИДК
Лесная песня (контроль)	1 месяц (контроль)	16,74±1,51	70±2,5
	12 месяцев	14,86±1,23	75±2,5
Злука	1 месяц (контроль)	13,71±1,19	-
	12 месяцев	13,05±1,08	-
Орийка	1 месяц (контроль)	17,98±1,62	65±2,5
	12 месяцев	17,71±1,58	70±2,5
Харьковская 27	1 месяц (контроль)	29,66±2,64	45±2,5
	12 месяцев	24,11±2,23	75±2,5



После двенадцати месяцев хранения и заселения зерна амбарным долгоносиком изучаемых сортов произошло значительное уменьшение содержания клейковины и некоторое ухудшение ее качества. Наиболее значительное уменьшение содержания клейковины было отмечено у зерна сорта Харьковская 27 – на 5,55 %, несколько меньше у сорта Лесная песня – 1,88 %. Что касается качества клейковины, то у всех исследуемых сортов произошло ослабление клейковины, причем больше всего у сорта Харьковская 27 – на 30 ед. пр. ИДК.

Энергия прорастания и всхожесть являются основными показателями при характеристике зерна пшеницы как посевного материала, а также в качестве сырья для переработки на крахмал, солод и спирт. Начальные показатели энергии прорастания разных сортов были на уровне 90-93 % (рис. 4).

Еще выше были показатели всхожести – 98-100 % в зависимости от сорта. При этом, высокими показателями отличались сорта Лесная песня и Злука. Высокие начальные показатели энергии прорастания и всхожести позволяли использовать зерно исследуемых сортов на посевные и технологические цели.

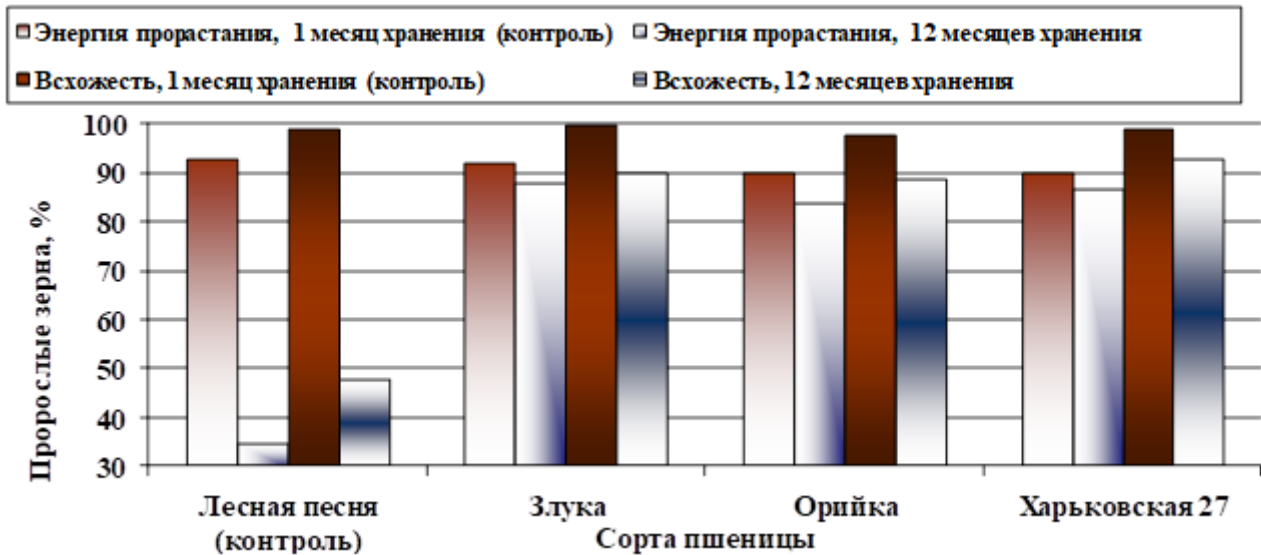


Рис. 4. Энергия прорастания и всхожесть зерна пшеницы разных сортов во время хранения

После 12 месяцев хранения и заражения зерна пшеницы амбарным долгоносиком произошло снижение посевных показателей. У сортов Злука, Орийка и Харьковская 27 показатели энергии прорастания и всхожести уменьшились от 3 до 10 % по сравнению с исходными. Наиболее существенное снижение посевных показателей отмечено у сорта Лесная песня – до 35 % энергии прорастания, что на 58 % меньше первоначального показателя, и до 48 % всхожести, что на 51 % меньше первоначального показателя. Такое существенное снижение посевных показателей зерна данного сорта объясняется наибольшей заселенностью его амбарными долгоносиками.

Выяснить причину изменения физических свойств зерна пшеницы можно изучив динамику биохимического состав зерна и заселенности его вредителями, для этого было необходимо определить коэффициент корреляции между этими показателями (табл. 3).

Таблица 3. Связь между основными показателями качества зерна пшеницы разных сортов во время хранения

Показатели	Влажность	Содержание сорной примеси	Содержание зерновой примеси	Натура	Содержание белка	Содержание клейковины	Энергия прорастания	Всхожесть	Зараженность вредителями
Влажность	1,00								
Содержание сорной примеси	0,07	1,00							
Содержание зерновой примеси	0,73	0,47	1,00						
Натура	-0,79	0,10	-0,58	1,00					
Содержание белка	-0,26	0,57	0,32	0,45	1,00				
Содержание клейковины	-0,30	0,59	0,30	0,46	0,99	1,00			
Энергия прорастания	-0,76	0,18	-0,66	0,93	0,22	0,24	1,00		
Всхожесть	-0,82	0,18	-0,68	0,94	0,27	0,29	0,99	1,00	
Зараженность вредителями	0,91	-0,17	0,70	-0,89	-0,33	-0,34	-0,91	-0,95	1

Зараженность зерна пшеницы амбарным долгоносиком повлияла почти на все показатели качества зерна пшеницы. Коэффициент корреляции характеризовался сильной прямой связью с влажностью (0,91) и содержанием зерновой примеси (0,70), то есть, чем больше заселенность зерна пшеницы долгоносиком, тем больше влажность и содержание зерновой примеси.

Значительное негативное воздействие имела заселенность зерна вредителями на показатель натурности (-0,89), энергии прорастания (-0,91) и всхожести (-0,95): чем больше заселенность зерна пшеницы долгоносиком, тем меньше показатель натурности, энергии прорастания и всхожести. Также, полученные значения коэффициентов корреляции подтвердили наличие обратной зависимости между заселенностью зерна пшеницы амбарным долгоносиком, показателями содержания белка (-0,33) и содержания клейковины (-0,34).

## Выводы

После прохождения послеуборочного созревания (1 месяц хранения) зерно пшеницы всех исследуемых сортов было пригодно на технологические, семенные и кормовые цели, а зерно сорта Харьковская 27 – и на продовольственные цели, но при условии доочистки.

После хранения наиболее заселенным амбарным долгоносиком было зерно пшеницы озимой мягкой сорта Лесная песня, а наименее яровой твердой Харьковская 27, что объясняется разной твердостью зерна. После 12 месяцев хранения заселенность амбарным долгоносиком зерна пшеницы всех исследуемых сортов способствовала повышению влажности и содержания зерновой примеси и привела к понижению показателей натурности, энергии прорастания, всхожести, содержания белка и клейковины. У сортов Злука, Орийка и Харьковская 27 показатели энергии прорастания и всхожести уменьшились от 3 до 10 % по сравнению с исходными.

Наиболее существенное снижение посевных показателей отмечали у сорта Лесная песня: на 58 % меньше первоначального показателя была энергия прорастания и на 51 % – всхожести. В целом, наиболее устойчивым к заражению амбарным долгоносиком и сохранению технологических показателей качества характеризовалось зерно пшеницы яровой твердой Харьковская 27.

## References

- Bashinskaya, O. (2004). Threat to grain and grain products during storage. Proposal, 11, 62–66 (in Ukrainian).
- Bondarenko, I.V. (2015). Estimation of stability of wheat varieties of winter wheat against pests of grain. Bulletin of the Central Scientific and Research Center of the Kharkiv region, 18, 13–23. (in Ukrainian).
- Golob, P. (1981). A practical appraisal of onfarm storage losses and loss assessment methods. Trop. Stored. Prod. Inform, 40, 17–21.
- Dmitruk, Y. A. (1999). Problems of storage and use of grain. Storage and processing of grain, 3, 9–11 (in Ukrainian).
- Fornal, J., Jeliński, T., Sadowska, J., Grundas, S., Nawrot, J., Niewiada, A., Błaszczak, W. (2007). Detection of granary weevil *Sitophilus granarius* (L.) eggs and internal stages in wheat grain using soft X-ray and image analysis. Journal of Stored Products Research, 43, 142–148. doi: [10.1016/j.jspr.2006.02.003](https://doi.org/10.1016/j.jspr.2006.02.003).
- Hill, J.M. & Schoonhoven, A.V. 1981. The use of vegetable oils in controlling insect infestation in stored grains and pulses. – Recent Advances Food Science Technology, 1, 473–481.
- Imsheneczkiy, E.I. (1987). About resistance of grain of spiked cultures to major granary pests from order of Coleoptera. Proceed. III Congress of Ukrainian Entomological Society, 79–80 (in Russian).
- Keskin, S., & Ozkaya, H. (2015). Effect of storage and insect infestation on the technological properties of wheat, *CyTA – Journal of Food*, 13(1), 134–139. doi: [10.1080/19476337.2014.919962](https://doi.org/10.1080/19476337.2014.919962).
- Keyhanian, A.A. (2002). Study on effect of different wheat varieties on sex ratio and reproduction of granary weevil, *Sitophilus granarius* L.(Col: Curculionidae). Applied entomology and phytopathology, 70(1), 63–72.
- Levchenko, E.A., Imsheneczkiy, E.I. (1986). The damage of flour from grain of some varieties of winter wheat and spring barley to Sawtoothed grain beetle. Scientific and Technical Institute of the All-Union Breeding and Genetics Institute, 1(59), 64–68 (in Russian).
- Mebarkia, A., Rahbe, Y., Guechi, A., Bouras, A., & Makhlof, M. (2010). Susceptibility of twelve soft wheat varieties (*Triticum aestivum*) to *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Agriculture and Biology Journal of North America, 1(4), 571–578.
- Niewiada, A., Nawrot, J., Szafranek, J., Szafranek, B., Synak, E., Jeleń, H., & Wąsowicz, E. (2005). Some factors affecting egg-laying of the granary weevil (*Sitophilus granarius* L.). Journal of Stored Products Research, 41, 544–555. doi: [10.1016/j.jspr.2004.11.001](https://doi.org/10.1016/j.jspr.2004.11.001).
- Pedersen, B. & Eggum, B.O. (1983). The influence of milling on the nutritive value of flour from cereal grains. 1. Rye. *Qualitas Plantarum Plant Foods for Human Nutrition*, 32(2), 185–196. doi: [10.1007/BF01091339](https://doi.org/10.1007/BF01091339).
- Sánchez-Mariñez, R.I., Cortez-Rocha, M.O., Ortega-Dorame, F., Morales-Valdes, M., & Silveira, M.I. (1997). End-use quality of flour from *Rhizopertha dominica* infested wheat. *Cereal Chemistry*, 74, 481–483. doi: [10.1094/CCHEM.1997.74.4.481](https://doi.org/10.1094/CCHEM.1997.74.4.481).
- Shapiro, I.D. (1985). The immunity of field crops to insects and mites. Leningrad. Academy of Sciences of the USSR (in Russian).
- Shewry, P.R. (2009). Wheat. *Journal of Experimental Botany*, 60(6), 1537–1553. doi: [10.1093/jxb/erp058](https://doi.org/10.1093/jxb/erp058)
- Shevchenko, N.G., Gordianko, T.P. (2008). Pest of grain stocks and control of their numbers. Manual of Ukrainian farmers (in Ukrainian).

- Siddiqui, K.R. (2005). Relative resistance of wheat varieties against granary weevil *Sitophilus granarius* L. in laboratory. Sindh Agriculture Univ., Tandojam (Pakistan). Retrieved from: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PK2009000080/> Accessed on 07.02.2018.
- Sinha, R.N. (1971). Multiplication of some stored-product insects on varieties of wheat, oats, and barley. *J. Econ. Entomol.*, 64, 98–102.
- Strelec, I., Kučko, L., Roknić, D., Mrša, V., & Ugarčić-Hardi, Ž. (2012). Spectrofluorimetric, spectrophotometric and chemometric analysis of wheat grains infested by *Sitophilus granarius*. *Journal of Stored Products Research*, 50, 42–48. doi: [10.1016/j.jspr.2012.04.004](https://doi.org/10.1016/j.jspr.2012.04.004).
- Trybel, S.O., Hetman, M.V., Stryhun, O.O. (2010). The granary pests. How to protect stocks of seed grain from them. *Nasinnnytstvo*, 11, 18–25 (in Ukrainian).
- Weidner, H. (1985). Neuere Literatur über Biologie und Ökologie vorraisschadlicher Milben und Insekten als Grundlage einer gesunden Vorratslagerung. *Z. Pflanzenkrankh und Pflanzenschutz*, 5(92), 535–555.
- Yetter, M.A., Saunders, R.M., Boles, H.P. (1979). Amylase inhibitors from wheat kernels as factors in resistance to postharvest insects. *Cereal Chem*, 56(4), 243–244.
- Yildirim, E., Aslan, A., Emsen, B., Cakir, A., & Ercisli, S. (2012). Insecticidal effect of *Usnea longissima* (Parmeliaceae) extract against *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae). *International Journal of Agriculture and Biology*, 14, 303–306.
- Zakladnoy, G.A. (1984). Preserve grain from the granary pests. *Protection of plants*, 7, 40–41 (in Russian).

---

**Citation:**

Yashchuk, N.O., Matseiko, L.M., Bober, A.V. (2018). The quality of wheat grain of different varieties, depending on the infection by granary weevil (*Sitophilus granarius* L.). *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 394–401.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0. License

---