

**Г. А. Филенко**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник;

**Т. И. Фирсова**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник;

**Ю. Г. Скворцова**, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник,  
*ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»*  
(347740, г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: g.filenko@mail.ru)

## **ПОТЕРИ ЗЕРНА ПРИ УБОРКЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ (ОБЗОР)**

Уборка урожая – важнейший этап зернового производства. Зерновые культуры необходимо убирать с минимальными потерями и с лучшим качеством, а также с минимальными техническими и послеуборочными энергетическими затратами.

Биологические прямые потери включают в себя осыпание зерна из колосьев или даже обламывание целых колосьев, прорастание зерна на корню или в валках и, наконец, уменьшение урожая от различных вредителей в период уборки. Источником биологических потерь зерна является срок уборки урожая, включая начало и продолжительность уборки.

Механические прямые потери – это потери валковыми жатками и подборщиками при раздельной уборке хлебов и потери жатками комбайнов при прямом комбайнировании. Механические потери получаются в результате осыпания зерна из колоса, ломки колоса, оставления на поле неубранных колосьев. Ветры и дожди ускоряют осыпание зерна из колоса и прорастание его на корню. Классификация причин потерь и механических повреждений зерна при комбайновой уборке свидетельствует о том, что все факторы взаимосвязаны друг с другом. Биологические и механические прямые потери могут быть равными, может преобладать один какой-то вид потерь. Осыпаемость сорта – это генетически детерминированный комплексный признак, который зависит от абиотических факторов среды. То есть осыпание зерна напрямую зависит от погодных условий и сортовых особенностей колоса. Осыпаемость зерна зависит от внешних условий (сухость, влажность воздуха и др.) и не всегда характеризует устойчивость сорта к осыпанию. Это все вызвало необходимость изучения динамики формирования у сортов озимой мягкой пшеницы различных групп созревания и разновидностей признаков устойчивости к осыпанию.

**Ключевые слова:** зерно, уборка, урожай, потери, перестой, осыпание, полегание, механическое повреждение.

**G. A. Filenko**, Candidate of Agricultural Sciences, senior research officer;

**T. I. Firsova**, Candidate of Agricultural Sciences, leading research officer;  
**Yu. G. Skvortsova**, Candidate of Agricultural Sciences, research officer,  
*FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"*  
(347740, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: g.filenko@mail.ru)

## **GRAIN LOSS DURING WINTER WHEAT HARVESTING (REVIEW)**

Harvesting is an important stage of grain production. It's necessary to harvest grain crops with a minimum loss and better quality, with a minimum technical and after-harvesting energy costs. Biological direct losses include grain fall from heads, or even the breaking off of the heads, the germination of grain on the root or in the rolls, and finally decrease of the yield from various pests during the harvesting period. The source of biological losses of grain is the harvesting period, including the beginning and duration of harvesting. Mechanical direct losses are losses by roller cutters and pick-ups during a separate harvesting of wheat and losses caused by harvesters (at direct combining). Mechanical losses are the result of grain fall from the head, breaking off the head, leaving non-harvested heads on the field. Winds and rains accelerate the grain fall from the head and sprouting it on the root. Classification of the causes of losses and mechanical damage of grain during combine harvesting show, that all factors are connected with each other. Biological and mechanical direct losses can be equal; one kind of loss can prevail. The grain fall of a variety is a genetically determined complex feature, which depends on the abiotic factors of the environment. That is, the fall of grain directly depends on the weather conditions and varietal characteristics of the head. The grain fall depends on external conditions (air dryness, humidity, etc.) and does not always characterize the resistance of the variety to shedding. This all makes essential to study the dynamics of the formation of traits of resistance to grain fall in varieties of winter soft wheat of different maturing groups and species.

**Keywords:** *grain, harvesting, yield, losses, dead-ripe stage, fall, lodging, mechanical damage.*

**Введение.** Озимая пшеница – основная продовольственная культура России, поэтому повышение и стабилизация урожайности по годам являются одной из важнейших хозяйственно-экономических задач во всех регионах ее возделывания, в том числе и в Ростовской области, где она в последние годы занимает площадь свыше 2,2 млн га [1].

Динамично меняющиеся в сельском хозяйстве социальные, природно-климатические, экономические и технологические условия вызывают необходимость в постоянном совершенствовании технологии возделывания этой культуры и выведении новых высокопродуктивных сортов, обладающих адаптивностью к изменению агроэкологических и технологических условий [2].

Уборка урожая – важнейший этап зернового производства. Зерновые культуры необходимо убирать с минимальными потерями и с лучшим качеством, а также с наименьшими техническими и послеуборочными энергетическими затратами, когда обмолот проводят в относительно короткий срок – от достижения полной спелости до появления предуборочных потерь вследствие перезревания. Оптимальный срок при уборке сортов озимой мягкой пшеницы различных разновидностей и групп спелости зависит от сроков созревания, свойств соломины, склонности к осыпанию, устойчивости к болезням и к прорастанию, а также от чувствительности зерен к механическому повреждению [3–5].

Р. И. Ибрагимовым и др. [6] доказано, что несвоевременная и неорганизованная уборка сопровождается значительными потерями, снижающими урожайность и ухудшающими качество зерна.

Так, в условиях южной зоны Ростовской области при увеличении продолжительности уборочных работ на 10 дней сверх рекомендуемого агросрока потери озимой пшеницы составляют до 22–26% от биологической урожайности. Потери зерна сказываются не только на величине урожайности, но и на валовых сборах зерновых культур. Потери зерна условно делят на биологические, или естественные, и механические. Как биологические, так и механические потери могут носить прямой и косвенный характер. К прямым потерям относят количественные потери урожая, к косвенным – качественные.

Как сообщает И. И. Огнев [7], биологические прямые потери включают в себя осыпание зерна из колосьев или даже обламывание целых колосьев, прорастание зерна на корню или в валках и, наконец, уменьшение урожайности от различных вредителей в период уборки.

Биологические косвенные потери – это снижение качества зерна за счет ухудшения физико-механических и биологических свойств, которые включают обширный круг показателей: товарных, технологических, посевных, мукомольных и других. Источником биологических потерь зерна является срок уборки, включая начало и продолжительность уборки. Раннее начало, так же как и затягивание уборки, приводит к значительному недобору урожая и резкому снижению качества зерна не только за счет биологических потерь, но и за счет возрастания механических потерь [7, 8].

Д. Т. Атнагуловым [9] в результате проведенных исследований было установлено, что механические прямые потери – это, во-первых, потери валковыми жатками и подборщиками при отдельной уборке хлебов и потери жатками комбайнов при прямом комбайнировании; во-вторых, потери за молотилкой комбайна при обмолоте хлебной

массы. Механические потери при уборе урожая могут достигать больших величин. Так, у озимой мягкой пшеницы при несвоевременной или некачественной уборке потери от осыпания достигают 40–50% урожая. Механические потери получаются в результате осыпания зерна из колоса, ломки колоса, оставления на поле необранных колосьев. Ветры и дожди ускоряют осыпание зерна. Потери зерна могут возникнуть также в результате конструктивных недостатков уборочных машин и неправильной их эксплуатации: при неправильном регулировании молотильных узлов комбайнов часть зерна остается в соломе, а при нарушении нормальной работы сепарирующих узлов – в мякине. Кроме того, часть урожая получает механические повреждения, появляются зерна битые или с трещинами, что ухудшает товарный вид, а также усложняет хранение зерна.

В. А. Карпов [10] считает, что к косвенным механическим потерям относят повреждение зерна рабочими органами машин, что отрицательно сказывается на стойкости зерна к хранению, на товарных, хлебопекарных, посевных и других показателях.

Причины потерь и механических повреждений зерна при комбайновой уборке свидетельствуют о том, что все факторы взаимосвязаны друг с другом. Биологические и механические прямые потери могут быть равными или может преобладать один какой-то вид потерь. При этом нужно учитывать, что растягивание сроков уборки озимой пшеницы приводит к более резкому увеличению прямых механических потерь по сравнению с биологическими [11, 12].

Как отмечает И. Г. Строна [13], при наступлении фазы полной спелости зерна озимой пшеницы начинается его перестой. Зерно высыхает, уменьшается в объеме, начинает выпадать из чешуй колоса и сильно осыпаться (самоосыпаться), что ведет не только к потере урожайности, но и к снижению технологических качеств зерна. Так, в условиях влажной и теплой погоды при перестое зерна на корню происходят сложные процессы, которые приводят к механическим и биологическим потерям, уменьшению урожайности, снижению пищевого и технологического достоинства зерна: снижается объемная масса, зерно темнеет, выход муки и крупы уменьшается, семенные достоинства и хлебопекарные качества ухудшаются.

Проблема осыпания пшеницы видна после глазомерной оценки поля после уборки. Это потери не только от уборки современными комбайнами, а прямые убытки от недостаточной устойчивости сорта к осыпанию. Осыпание зерна во время уборки очень часто приводит к значительным потерям его. Особенно сильно они возрастают при резких переменах от дождливой к жаркой сухой погоде [14, 15].

Проанализировав работы многих ученых по срокам уборки урожая, можно выделить основные факторы, влияющие на осыпаемость:

1. Осыпание во многом связано с крупностью зерна, а также с особенностью его формирования и налива. Чем оно крупнее и тяжеловеснее, тем больше давление на колосковые чешуи. Щуплое и мелкое зерно при обычных условиях не выпадает.

2. Осыпанию подвержены в первую очередь самые продуктивные колосья с хорошо выполненным зерном, составляющие основу урожая.

3. Многоцветковость колосков, что повышает склонность сорта к осыпанию, так как центральные зерна давят на боковые, тем самым ослабляя удерживающие их чешуйки. При этом колоски верхней трети колоса более склонны к осыпанию.

4. Остистые разновидности обладают повышенной парусностью. Длинная ость создает дополнительный рычаг для ослабления крепления чешуи. Чем чаще в период созревания и уборки чередуются сухие (с низкой относительной влажностью воздуха) и влажные периоды, тем сильнее ослабляются чешуйки и больше вероятность осыпания.

5. Длительный перестой на корню приводит не только к осыпанию зерна, но и к обламыванию целых колосков и даже колоса [16].

В работе А. В. Ганеева [17] обоснованы и описаны основные понятия осыпаемости зерна для северной части Казахстана. Осыпаемость сорта – это генетически детерминированный комплексный признак, который зависит от абиотических факторов среды. То есть осыпание зерна напрямую зависит от погодных условий и сортовых особенностей колоса. Особенно сильно возрастает осыпание зерна при уборке зерноуборочным комбайном в результате ударов мотовилом, режущим аппаратом и транспортером жатки по стеблям и колосьям. Причем осыпается самое крупное и выполненное зерно. В результате этого снижается такой показатель, как масса 1000 зерен. Способность озимой мягкой пшеницы прочно удерживать зерно от осыпания зависит от формы колоса, анатомического строения колосковых чешуй, условий их формирования и развития механических тканей, крупности и натурности зерна, погодных условий, длительности перестоя после полного созревания и многого другого.

М. А. Ильинская-Центилович [18] в своих исследованиях пришла к выводу, что фактическая осыпаемость зерна зависит от внешних условий (сухость, влажность воздуха и др.) и не всегда характеризует устойчивость сорта к осыпанию. В сущности, осыпаемость определяется большей или меньшей способностью главным образом наружных колосковых чешуй отгибаться или обламываться и освободить зерно, свободно лежащее между цветковыми чешуями. Такое морфологическое построение является признаком сортовым, фактически же и осыпающиеся формы не могут осыпаться

в зависимости от погоды, например, влажной, когда чешуи приобретают упругость и эластичность. Как известно, между отдельными фазами зрелости озимой мягкой пшеницы нет четкой грани. Они постепенно переходят одна в другую. Неравномерность созревания всех растений на поле и даже всех зерен в отдельном колосе является биологической особенностью зерновых колосовых культур. Она колеблется в очень широких пределах и зависит главным образом от почвенно-климатических условий, а также от многих других факторов: сорта, разновидности, группы созревания, агротехники, рельефа местности и др.

Н. В Цингер [19] также приводит данные, что к числу биологических причин, вызывающих снижение урожая, относят: преждевременную приостановку притока сухих веществ в зерно; биологические процессы, приводящие к распаду органических веществ зерна; явления стекания зерна; синтез высокомолекулярных соединений, сопровождающийся выделением воды; жизнеспособность бактерий и грибов, населяющих поверхность зерна. Приостановка роста и накопления зерном органических и неорганических веществ может быть вызвана нарушением нормального поступления воды, а с ней минеральных и органических веществ в период формирования налива зерна. В этих случаях зерно после высыхания получается щуплым.

Устойчивость к осыпанию является хозяйственно важным сортовым признаком озимой мягкой пшеницы, которая связана со строением колосковых чешуй. Устойчивые к осыпанию сорта имеют жесткие, грубые чешуи с широким основанием в месте их прикрепления к стержню колоса, киль и жилкование у них выражены более резко. Все эти признаки увеличивают сопротивляемость колосковых чешуй отгибу и способствуют тем самым более прочному удерживанию зерна. Имеются сорта озимой мягкой пшеницы, у которых зерно прочно держится в колосе и почти не осыпается даже при значительном перестое. Эти свойства обусловлены тем, что такие сорта имеют плотно сжатые, жесткие цветковые пленки, слабо открывающиеся даже при переменной погоде [20].

По устойчивости к осыпанию сорта различаются довольно существенно. Сорта озимой мягкой пшеницы разновидностей *lutescens* осыпаются значительно меньше, чем сорта *erythrosperrum*. Вследствие этого, в первую очередь, необходимо начинать уборку пшеницы разновидности *erythrosperrum*, поскольку они в большей степени подвержены осыпанию зерна при сухой погоде, а при влажной и дождливой – прорастанию его в колосе. Безостые сорта озимой пшеницы можно убирать позже, поскольку они устойчивы к осыпанию [21].

Таким образом, в условиях южной зоны Ростовской области недостаточно изучен вопрос о динамике формирования у сортов различных групп созревания озимой мягкой

пшеницы признаков устойчивости к осыпанию. Селекционеры вновь создаваемых сортов озимой мягкой пшеницы публикуют данные степени их устойчивости к полеганию, различным заболеваниям и т. д., но данные о динамике потерь зерна осыпанием и о изменении его качества от продолжительности на корню не приводят. В связи с чем необходимо провести исследования в установлении общих и частных закономерностей связей зерна с соцветием в колосе у различных сортов озимой мягкой пшеницы. Поэтому необходимо провести системный подход к этому вопросу, учитывающий разнообразие морфологических признаков разновидностей и групп созревания озимой мягкой пшеницы, их изменчивость в пределах сорта.

### Литература

1. Филенко, Г. А. Посевная площадь и урожайность озимой пшеницы / Г. А. Филенко, Т. И. Фирсова, Д. М. Марченко // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 6. – С. 61–69.
2. Сорт озимой мягкой пшеницы Аскет и технология его возделывания / Д. М. Марченко, Т. А. Гричаникова, И. В. Романюкина, Е. В., Ионова, А. С. Попов, А. А. Сухарев, Г. А. Филенко // Фермер Поволжья. – 2017. – № 9. – С. 38–40.
3. Уборка урожая. Потери при уборке урожая (Ч. 1). Все о зерне [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [girls4girls.ru/.../1483-uborka-urozhaya-poteri-pri-uborke-urozhaya-chast-1.html](http://girls4girls.ru/.../1483-uborka-urozhaya-poteri-pri-uborke-urozhaya-chast-1.html).
4. Бурьянов, А. И. Результаты исследований по определению влияния продолжительности проведения уборки на величину биологических потерь зерна // А. И. Бурьянов, М. А. Бурьянов, О. А. Костыленко // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 11. – С. 11–14.
5. Нетрадиционные способы уборки зерновых культур и машины иных технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://altmis.ru/publ/netradicionnye\\_sposoby\\_uborki\\_zernovykh\\_kultur\\_i\\_mashiny\\_inykh\\_tekhnologij/1-1-0-28](http://altmis.ru/publ/netradicionnye_sposoby_uborki_zernovykh_kultur_i_mashiny_inykh_tekhnologij/1-1-0-28).
6. Ибрагимов, Р. И. Потери при уборке / Р. И. Ибрагимов, О. В. Пиляева // Научно-образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века. – 2017. – № 7. – С. 180–182.
7. Огнев, И. И. Причины потерь зерна при уборке урожая зерновых культур / И. И. Огнев, В. В. Кирилов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2013. – № 18. – С. 66а–68.

7. Совершенствование уборки зерновых культур [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [geolike.ru page/gl\\_1555.htm](http://geolike.ru/page/gl_1555.htm).
8. Семенов, В. А. Нетрадиционный способ уборки зерновых / В. А. Семенов, Е. А. Семенова // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – 2013. – Т. 19, № 14. – С. 129–135.
9. Атнагулов, Д. Т. Нетрадиционный способ уборки зерновых культур / Д. Т. Атнагулов, М. А. Антонов, А. М. Мухаметдинов // Наука молодых – инновационному развитию АПК: сборник. – 2015. – С. 254–257.
10. Карпов, Б. А. Уборка, обработка и хранение семян / Б. А. Карпов. – М.: Россельхозиздат, 1974. – 204 с.
11. Губанов, Я. В. Озимая пшеница / Я. В. Губанов, Н. Н. Иванов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 240 с.
12. Разработка инновационных технологий и технических средств для АПК / В. Ф. Хлыстунов, В. Б. Рыков, А. И. Бурьянов, Н. М. Беспамятнова, С. И. Камбулов, А. П. Кушнарев. – зерноград: Изд-во СКНИИМЭСХ, 2014. – Ч. I. – 270 с.
13. Страна, И. Г. Экология семян, ее семеноводческое значение и перспективы дальнейших исследований / И. Г. Страна, Н. М. Макрушин // Селекция и семеноводство. – 1978. – С. 79–85.
14. Фесенко, А. Н. Устойчивость к осыпанию сортов гречихи разного морфотипа // А. Н. Фесенко, О. В. Бирюкова, О. А. Шипулина // Земледелие. – 2016. – № 5. – С. 46–48.
15. Внимание потери урожая [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://niishk.ru/glavnaya/novosti/vnimanie-poteri-urozhaya-ot-osypaniya>.
16. Устойчивость к осыпанию [Электронный ресурс] // Научно-производственная фирма «Фитон». – Режим доступа: <http://fitonsemena.ru/page/page155.html>.
17. Перестой не всегда ведет к осыпанию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [fitonsemena.ru/page/page230](http://fitonsemena.ru/page/page230).
18. Ильинская-Центилович, М. А. Анатомическая оценка сортов озимой пшеницы на осыпаемость // М. А. Ильинская-Центилович, А. В. Солошенко // Селекция и семеноводство. – 1972. – № 3. – С. 15–17.
19. Цингер, Н. В. Семя, его развитие и физиологические свойства / Н. В. Цингер. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 285 с.
20. Солошенко, А. В. Причины потерь зерна и методы оценки сортов на устойчивость к осыпанию: автореф. ... канд. с.-х. наук / А. В. Солошенко. – Харьков, 1970. – 22 с.

## Literature

1. Filenko, G. A. The sown area and productivity of winter wheat / G. A. Filenko, T. I. Firsova, D. M. Marchenko // *Agricultural Vestnik of the Urals*. – 2016. – No. 6. – Pp. 61–69.
2. The variety of winter soft wheat “Asket” and technology of its cultivation / D. M. Marchenko, T. A. Grichannikova, I. V. Romanyukina, E. V. Ionova, A. S. Popov, A. A. Sukharev, G. A. Filenko // *Povolzhie farmers*. – 2017. – No. 9. – Pp. 38–40.
3. Harvesting. Harvest losses (p. 1). Everything about grain [e-resource]. – Available at: [girls4girls.ru/.../1483-uborka-urozhaya-poteri-pri-uborke-urozhaya-chast-1.html](http://girls4girls.ru/.../1483-uborka-urozhaya-poteri-pri-uborke-urozhaya-chast-1.html)
4. Buryanov, A. I. The results of studies to determine the effect of the duration of harvesting on the magnitude of biological losses of grain / A. I. Buryanov, M. A. Buryanov, O. A. Kostylenko // *Engineering and equipment for the village*. – 2015. – No. 11. – Pp. 11–14.
5. Unconventional ways of harvesting crops and machines of other technologies [e-resource]. – Available at: [http://altmis.ru/publ/netradicionnye\\_sposoby\\_uborki\\_zernovykh\\_kultur\\_i\\_mashiny\\_inykh\\_tekhnologij/1-1-0-28](http://altmis.ru/publ/netradicionnye_sposoby_uborki_zernovykh_kultur_i_mashiny_inykh_tekhnologij/1-1-0-28).
6. Ibragimov, R. I. Harvest losses / R. I. Ibragimov, O. V. Pilyaeva // *Scientific and educational potential of youth in solving urgent problems of the XXI century*. – 2017. – No. 7. – Pp. 180–182.
7. Ognev, I. I. Causes of grain losses during harvesting of grain crops / I. I. Ognev, V. V. Kirilov // *The news of the International Academy of Agrarian Education*. – 2013. – No. 18. – Pp. 66–68.
8. Improvement of grain crop harvesting [e-resource]. – Available at: [geolike.ru/geolike.ru/page/gl\\_1555.htm](http://geolike.ru/geolike.ru/page/gl_1555.htm).
9. Semenov, V. A. Unconventional method of grain crop harvesting / V. A. Semenov, E. A. Semenova // *Newsletter of the Russian State Agrarian Correspondence University*. – 2013. – Vol. 19, No. 14. – Pp. 129–135.
10. Atnagulov, D. T. Unconventional way of grain crop harvesting / D. T. Atnagulov, M. A. Antonov, A. M. Mukhametdinov // *The Science of Young People – Innovative Development of the Agroindustrial Complex: the collection*. – 2015. – Pp. 254–257.
11. Karpov, B. A. Harvesting, processing and storage of seeds / B. A. Karpov. – M.: Rosselkhozizdat, 1974. – 204 p.
11. Gubanov, Ya. V. Winter wheat // Ya. Gubanov, N. N. Ivanov. – M.: Agropromizdat, 1988. – 240 p.
12. Development of innovative technologies and technical means for the agroindustrial complex / V. F. Khlystunov, V. B. Rykov, A. I. Buryanov, N. M. Bespamyatnova, S. I. Kambulov, A. P. Kushnarev. – Zernograd: Publ. of ARIEA, 2014. – P. I. – 270 p.

13. Strona, I. G. Ecology of seeds, its seed-growing importance and prospects for further research / I. G. Strona, N. M. Makrushin // Selection and seed-growing. – 1978. – Pp. 79–85.
14. Fesenko, A. N. Stability to grain falling of buckwheat varieties of different morphotype / A. N. Fesenko, O. V. Biryukova, O. A. Shipulina // Agriculture. – 2016. – No. 5. – Pp. 46–48.
15. Attention: harvest losses [e-resource]. – Available at: <https://niishk.ru/glavnaya/novosti/vnimanie-poteri-urozhaya-ot-osypaniya>.
16. Resistance to grain falling [e-resource] // Scientific-productive organization “Fiton”. – Available at: <http://fitonsemena.ru/page/page155.html>.
17. Long stand does not always lead to grain falling [e-resource]. – Available at: [fitonsemena.ru/page/page230](http://fitonsemena.ru/page/page230).
18. Ilyinskaya-Tsentilovich, M. A. Anatomical evaluation of varieties of winter wheat for grain falling // M. A. Ilyinskaya-Tsentilovich, A. V. Soloshenko // Selection and seed-growing. – 1972. – No. 3. – Pp. 15–17.
19. Zinger, N. V. Seed, its development and physiological properties / N. V. Zinger. – M.: Publ. of The USSR AS, 1958. – 285 p.
20. Soloshenko, A. V. Causes of grain loss and methods for assessing varieties for resistance to grain falling: the thesis on Cand. of Agric. Sc. – Kharkov, 1970. – 22 p.