

УДК 631.365.22

*П. П. КАЗАКЕВИЧ, В. Н. ДАШКОВ, В. П. ЧЕБОТАРЁВ,
Е. И. МИХАЙЛОВСКИЙ, А. А. КНЯЗЕВ*

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЧИСТКА И АКТИВНОЕ ВЕНТИЛИРОВАНИЕ ЗЕРНА – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОКРАЩЕНИЯ ПОТЕРЬ СОБРАННОГО УРОЖАЯ

Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства

(Поступила в редакцию 07.11.2008)

Введение. Состояние производства и положение рынка зерна в мировой практике принимаются в качестве основных показателей продовольственной безопасности. Проблема увеличения производства зерна, как универсального продукта питания человечества, приобретает сегодня приоритетное значение и имеет особую социальную значимость.

Зерно составляет значительную часть сырья предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности, формируя тем самым межотраслевой баланс не только в агропромышленном секторе, но и в экономике Беларуси в целом. Важнейшим резервом увеличения объемов производства зерна является борьба с его потерями. В настоящее время около 15% (0,7–1,1 млн т) годового урожая зерновых культур в республике теряется вследствие осыпания на корню, поражения вредителями и засорения сорняками. Ежегодные потери урожая на зернотоках вследствие его несвоевременной или некачественной очистки, а также неправильного хранения составляют 5–7% [1].

Цель работы – обоснование необходимости проведения предварительной очистки и активного вентилирования зерна.

Условия формирования влажности и засоренности зернового вороха. Как показывает многолетний опыт возделывания зерновых культур, зерно, поступающее на зерноочистительно-сушильные комплексы, как правило, не соответствует кондиционным требованиям, предъявляемым к его чистоте и влажности, и требует значительной доработки. В первую очередь следует сказать о причинах поступления на зерноочистительно-сушильные комплексы республики зернового вороха, влажность и засоренность которого не соответствует кондиционным. Зерновой ворох представляет собой механическую смесь различных компонентов, в число которых входят: основная культура (зерно), солома, полова, семена и соцветия сорных трав и культурных растений, минеральные включения и т. д. Как показывают исследования [1–4], засоренность зернового вороха зависит главным образом от культуры земледелия, времени и погодных условий проведения уборки, технического состояния и качества работы зерноуборочных комбайнов.

Многолетние наблюдения ученых Научно-практического центра НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства за ходом уборочных кампаний, а также изучение особенностей процесса уборки зерновых комбайнами показали, что засоренность зернового вороха, поступающего на зерноочистительно-сушильные комплексы республики, находится в пределах 3–7%, а в ряде случаев достигает 10% и более. При прочих равных условиях она увеличивается с ростом влажности зернового вороха. Известно, что производительность и качество выполнения технологического процесса комбайнами в значительной степени зависят от состояния хлебов, влажности зерна и соломы. При исследовании влияния погодных условий на состояние хлебной массы принято использовать обобщенный показатель, называемый дефицитом влажности воздуха.

Зависимости между дефицитом влажности воздуха (d) и влажностью хлебной массы (W) описываются следующими выражениями [4]: для колоса – $W = 30,4/d^{0,33}$; для соломы – $W = 15,1/d^{0,53}$.

Изменение засоренности зернового вороха (S) при изменении влажности описывается уравнением регрессии $S = 0,09W + 0,84$, а изменение влажности по засоренности – уравнением $W = 0,45S + 22,65$.

Существенное влияние на изменение влажности хлебной массы оказывают погодные условия. Зерно, колос и солома представляют собой гигроскопичные тела и легко усваивают влагу из окружающей среды. Так, зерно пшеницы способно впитывать влагу из паровоздушной среды до влажности 36,6, озимой ржи – 36,5 и овса – 31,5%. При непосредственном контакте зерна с влагой в жидком состоянии (роса, дождь и др.) его влажность может достигать 45–50% [3]. Максимальное количество осадков на территории Беларуси (140–170 мм) выпадает именно во второй половине июля и августе.

Состояние скашиваемой хлебной массы зависит не только от погодных условий, но и от фазы развития самой зерновой культуры (молочно-восковая спелость, полная спелость). Процесс созревания хлебов отличается существенной неравномерностью: колебания влажности зерна значительны в пределах не только одного хлебного массива, но даже одного колоса. Так, например, влажность зерна озимой пшеницы в начале полной спелости в верхней части колоса составляет 15, средней – 18,1, в нижней – 23,0%, а ржи – 16,3, 18,7 и 22,4% соответственно [5].

Следует отметить, что если при определении времени начала уборочных работ ориентироваться только на конец этапа налива зерна, то основная фаза уборки придется на период его перезрелости, что приведет к значительным потерям урожая вследствие осыпания. В середине фазы восковой спелости и при полной спелости биологические свойства зерна (энергия прорастания, всхожесть) практически одинаковы, поэтому уборку зерновых прямым комбайнированием на семена начинают в конце фазы восковой спелости при влажности 21–24%, на продовольственно-фуражные нужды – в начале – середине фазы восковой спелости при влажности зерна 28–32%. В этом случае уборка хлебов на основных площадях проводится в период полного их созревания, а потери урожая вследствие осыпания минимальны.

Технологические основы сохранности зерна. Прежде чем перейти к рассмотрению технологических основ сохранности собранного урожая рассмотрим процессы, происходящие в свежубранном зерновом ворохе. Входящие в состав вороха зеленые части растений, как правило, имеют очень высокую влажность (50–80%) и являются источниками его гнездового самосогревания, что отрицательно сказывается на сохранности зерна. Уже в первые сутки хранения большая часть влаги, находящейся в примесях, поглощается зерном. Микрофлора (бактерии, плесневые грибы), содержащаяся на зерновках и других компонентах вороха, оказывает активное воздействие на его состояние и сохранность.

Зерно – живой организм. В его структуре непрерывно происходят сложные процессы обмена веществ. Одним из внешних проявлений этого является дыхание. При увеличении влажности зерна более 14–16% интенсивность дыхательного процесса растет, поэтому основным условием длительного хранения зерновой массы является снижение ее влажности до 14%.

Зерно обладает низкой теплопроводностью, в связи с этим при увеличении интенсивности дыхания его температура и влажность повышаются, что, в свою очередь, способствует интенсификации дыхательных процессов. По данным Всесоюзного научно-исследовательского института зерна, предельные сроки безопасного хранения зернового вороха при средней влажности 23–25% и температуре около 15 °С не превышают 1 суток (рис. 1).

На рис. 2 представлены результаты исследований С. И. Акивиса о ходе процессов жизнедеятельности: в неочищенном зерновом ворохе (линии 1) и немедленно очищенном после обмолота (линии 2) [5].

Температура зерна, очищенного в течение первых суток, медленно падает, а затем начинает возрастать. Температура неочищенного зерна резко возрастает, при этом увеличивает-

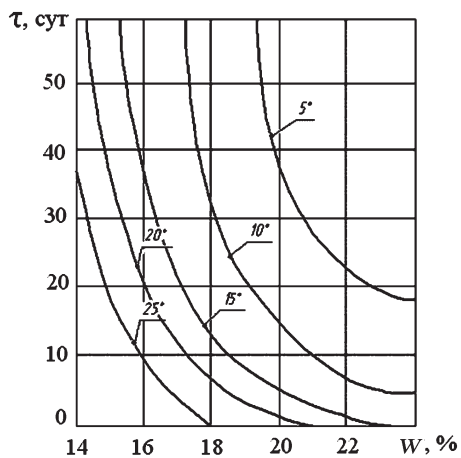


Рис. 1. Сроки безопасного хранения зерна до вентилирования [5]

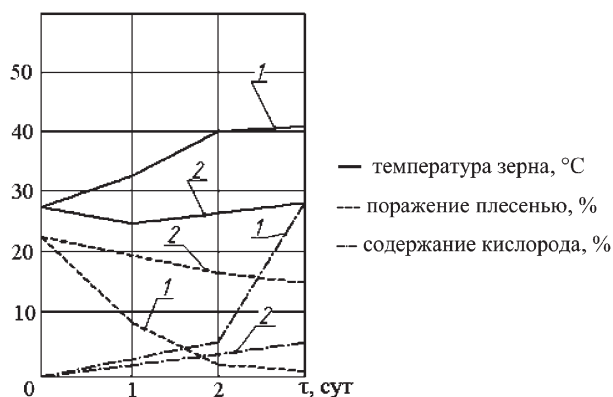


Рис. 2. Биохимические изменения в зерновом ворохе [5]:
1 – неочищенное зерно; 2 – очищенное зерно

По результатам исследований каждое снижение влажности исходного материала на 1–2% (начиная с 20%) позволяет увеличить длительность его безопасного хранения (до сушки) в 2–3 раза, что, в свою очередь, способствует выравниванию загрузки мощностей зерносушильного комплекса.

Важным аргументом, подтверждающим актуальность проведения предварительной очистки, является предотвращение попадания крупных примесей в зерносушилку. Выделение из состава зернового вороха пылевидных и солоmistых примесей значительно снижает вероятность возникновения завалов и возгораний в сушилках, на 40–60% повышает равномерность нагрева зерна и, как показывают исследования, на 3–5% уменьшает затраты тепла на его сушку. Кроме того, выделение грубых и крупных посторонних примесей (солоmistых) позволяет значительно снизить нагрузку на последующее зерноочистительное оборудование и предохранить от забивания его приемно-распределительные устройства.

После предварительной очистки зерно, влажность которого не соответствует кондиционной, направляют на сушку. Однако в период массовой уборки количество поступающего зерна на зерноочистительно-сушильный комплекс превышает пропускную способность сушилки. Недостаток сушильных мощностей в «пиковый» период уборки вынуждает зернопроизводителей складировать ворох повышенной влажности на площадках временного хранения. Именно в этом случае происходят наибольшие потери урожая, предотвратить которые можно путем использования в технологической схеме комплекса емкостей (силоса) временного хранения, причем применительно к влажному зерну они должны быть с коническим дном для предотвращения слеживания зерновой массы.

Сохранность зерна в емкостях обеспечивается его вентилированием холодным или подогретым воздухом. Перед началом вентилирования определяется равновесная влажность семян. Из таблицы видно, что если она равна или меньше начальной влажности семян, то вентилирование в данных условиях не проводится.

Равновесная влажность зерна

Культура	Относительная влажность воздуха, %							
	20	30	40	50	60	70	80	90
Пшеница, рожь, ячмень	8,1	9,3	10,8	12,0	13,2	14,7	16,6	20,5
Овес	6,8	8,3	9,6	10,9	12,1	14,5	17,0	20,4
Лен	–	5,2	–	7,0	7,7	8,8	11,2	15,4
Люпин	–	–	10,0	11,0	12,2	14,0	15,2	20,6
Вика	–	–	11,0	12,7	13,7	15,6	17,3	21,5

Необходимо также помнить, что вентилирование проводят, когда температура наружного воздуха ниже температуры семян не менее чем на 4 °С, а в дождливую погоду эта разница должна составлять не менее 8 °С.

При благоприятных погодных условиях семена можно вентилировать до тех пор, пока отработанный воздух будет на 1–2 °С теплее наружного, а в дождливую – на 3–4 °С.

Скорость охлаждения семян возрастает с увеличением удельной подачи воздуха и разности температур семян и воздуха. Для определения срока вентилирования используют специальную номограмму (рис. 3), по которой, зная разность температур семян и воздуха, а также удельную подачу воздуха на 1 т семян (q , м³/ч), определяют снижение температуры зерна за 1 ч [4].

При вентилировании зерна подогретым воздухом следует учитывать, что подогрев воздуха на 1 °С снижает его относительную влажность на 3–5%. Безопасный срок хранения семян зерновых культур с применением активного вентилирования при их влажности до 22% и температуре воздуха 15–20 °С составляет около двух недель, а при влажности 24–26% – 6–8 сут. При температуре воздуха 10–12 °С срок безопасного хранения семян возрастает в 2 раза.

Заключение. Для основной массы зернового вороха, поступающего с полей (при средней влажности 23–25% и температуре около 15 °С), предельные сроки безопасного временного хранения не превышают 1 сут, что обуславливает необходимость его незамедлительной очистки, активного вентилирования (при недостатке сушильных мощностей) и сушки.

Своевременное и качественное выполнение технологических операций (предварительная очистка и активное вентилирование), направленных на продление сроков безопасного хранения зерна, позволит сократить потери выращенного урожая на 5–7%, что в масштабах республики составит 350–450 тыс. т.

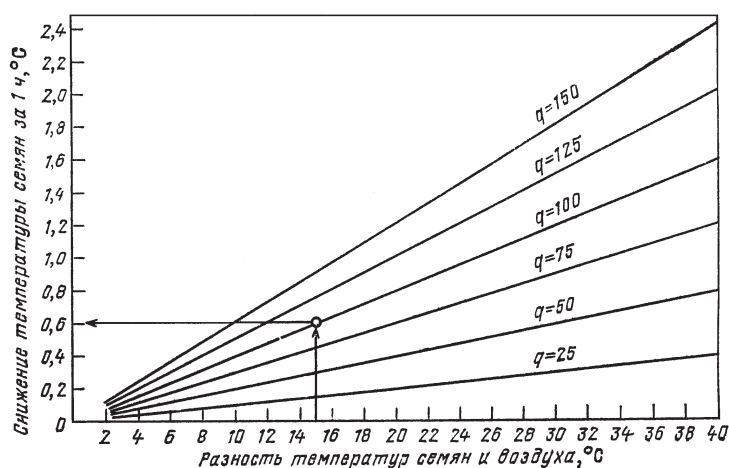


Рис. 3. Номограмма для определения времени охлаждения семян за час вентилирования [4]

Литература

1. К н я з е в, А. А. Предварительная очистка зернового вороха колосовым цилиндрическим решетом с винтовым транспортирующим элементом: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / А. А. Князев; ННЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства. – Минск, 2008. – 144 с.
2. П р о ц е р о в, А. В. Агроклиматические условия периода уборки зерновых культур / А. В. Процеров // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1957. – № 7.
3. П р о ц е р о в, А. В. Погода и уборка комбайнами зерновых культур / А. В. Процеров. – Ленинград: Гидрометеоздат, 1962. – 62 с.
4. Ф е д о с е е в, П. Н. Уборка зерновых культур в районах повышенной влажности / П. Н. Федосеев. – М.: Колос, 1969. – 142 с.
5. К и р е е в, М. В. Послеуборочная обработка зерна в хозяйствах / М. В. Киреев, С. М. Григорьев, Ю. К. Ковальчук. – Ленинград: Колос, 1981. – 224 с.

P. P. KAZAKEVICH, V. N. DASHKOV, V. P. CHEBOTAREV, E. I. MIHAYLOVSKI, A. A. KNIAZEV

PRELIMINARY CLEARING AND VENTILATION OF GRAIN ARE TECHNOLOGICAL FUNDAMENTALS OF HARVESTING LOSS REDUCTION

Summary

The reasons for supply of grain with a raised moisture content and weediness are observed in the article, the physiological processes occurring in fresh grain are presented, the necessity of its preliminary clearing and ventilation is proved.