

6. Дождевальные машины [Электронный ресурс]: обзор // ОАО «Волгоградский завод оросительной техники». «Ортех». 2004. – Режим доступа <http://vzortech.narod.ru/dogd.htm>. – Дата доступа 14.09.2005.
7. Trommelberegnungsmaschinen // Beinlich Beregnung-Irrigation [Die elektronische Ressource]. – 2005. – Das Regime des Zugriffes: <http://www.beinlich-beregnung.de/html/produkte.htm>. – Das Datum des Zugriffes: 24.09.2005.
8. Поволжская МИСС: испытания, сертификация, модернизация, протоколы испытаний [Электронный ресурс] // ФГУ Поволжская машиноиспытательная станция. 2003. – Режим доступа http://www.povmis.ru/test2004_8.html. – Дата доступа 21.12.2006.

УДК 631.365.22

**П.П. Казакевич, В.Н. Дашков,
В.П. Чеботарев, Е.И. Михайловский,
А.А. Князев**

*(РУП «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси
по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОХРАННОСТИ ЗЕРНА ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ

Введение

Проблема увеличения и стабилизации производства зерна как универсального продукта питания приобретает в настоящее время приоритетное значение. Она имеет особую социальную значимость – обеспечение населения хлебом и хлебобулочными изделиями, а также другим продовольствием, произведенным с использованием продуктов переработки зерна. Производство зерна является основой агропромышленного комплекса республики и наиболее крупной отраслью сельского хозяйства. Важнейшим гарантом увеличения объемов производства зерна является борьба с его потерями. По данным ООН около 1/3 годового урожая зерновых культур в мире теряется вследствие «осыпания на корню», поражения вредителями и засорения сорняками. Для республики эта цифра составляет 15% (0,7...1,1 млн. *t*). Примерно 5...7% выращенного в Беларуси урожая теряется непосредственно на зернотоках в результате несвоевременной или некачественной очистки, а также неправильного хранения зерна.

Основная часть

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 нуждается в значительной доработке.

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 при проведении уборки, технического состояния и качества работы зерноуборочных комбайнов.

Многолетние наблюдения ученых РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук 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 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 W хлебной массы описываются выражениями [4]:

$$\begin{aligned} \text{для колоса} & - W = 30,4/d^{0,33}; \\ \text{для соломы} & - W = 15,1/d^{0,53}. \end{aligned}$$

Изменение засоренности S зернового вороха при изменении влажности W описывается уравнением регрессии

$$S = 0,09 \cdot W + 0,84,$$

а изменение влажности W по засоренности S – уравнением

$$W = 0,45 \cdot S + 22,65.$$

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%, 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 составляет в верхней части колоса 15%, средней – 18,1%, в нижней – 23,0%, а ржи – 16,3%, 18,7% и 22,4% соответственно [5].

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 на семена прямым комбайнированием 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.

Прежде чем перейти к определению 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, поэтому в его структуре непрерывно происходят сложные процессы обмена веществ. Одним из внешних их проявлений 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%.

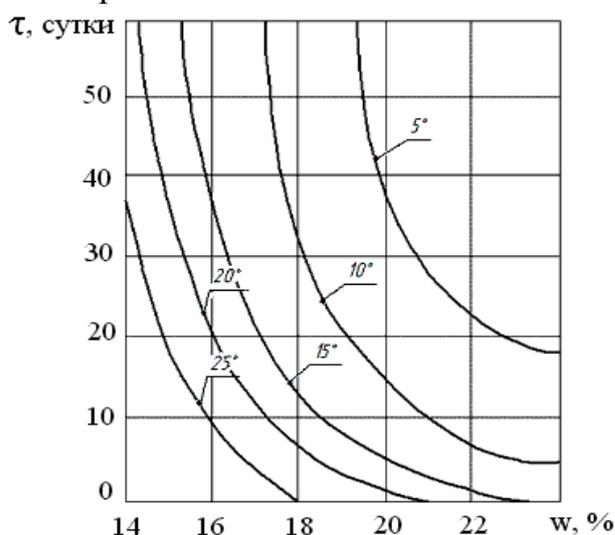
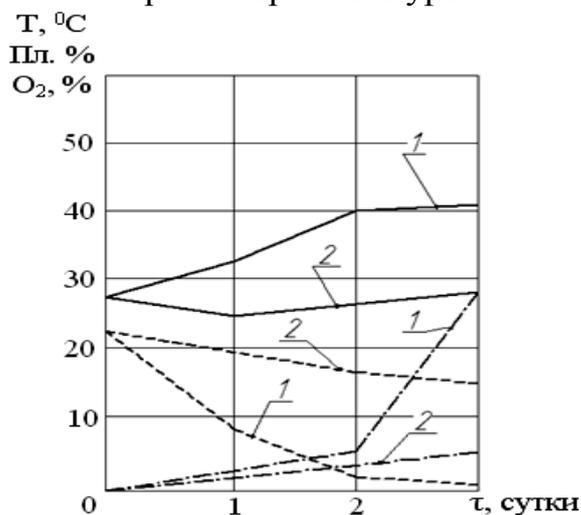


Рисунок 66 – Сроки безопасного хранения зерна до вентилирования (по данным ВНИИЗ)

Зерно обладает низкой теплопроводностью, поэтому при увеличении интенсивности дыхания его температура и влажность повышаются, что, в свою очередь, способствует интенсификации дыхательных процессов. По данным Всесоюзного научно-исследовательского института зерна (ВНИИЗ) предельные сроки безопасного хранения зернового вороха при средней влажности 23...25% и температуре около 15°C не превышают одни сутки (рисунок 66).

На рисунке 67 [5] представлены результаты исследований С.И. Акивис о ходе процессов жизнедеятельности в неочищенном зерновом ворохе (линии 1)

и немедленно очищенном после обмолота (линии 2). Температура зерна, очищенного в течение первых суток, медленно падает, а затем начинает возрастать. Температура неочищенного зерна резко возрастает, увеличивается количество зерен, пораженных плесенью. Анализ представленных данных позволяет сделать заключение, что для неочищенного зернового вороха с характерной для условий Республики Беларусь влажностью и засоренностью процесс дыхания зерна может принять характер цепной реакции и привести к значительным потерям собранного урожая.



— температура зерна T , °C; --- поражение плесенью Пл, %; - · - содержание кислорода O_2 , %;
1 – неочищенное зерно; 2 – очищенное зерно

Рисунок 67 – Биохимические изменения в зерновом ворохе (по данным С.И. Акивис)

Важнейшей технологической операцией, обеспечивающей сохранность свежубранного зернового вороха, является его предварительная очистка. В результате только за счет механического удаления наиболее крупных примесей влажность обрабатываемого материала снижается на 1...3%. Так, например, предварительная очистка вороха пшеницы позволяет снизить его влажность на 1,0...1,6%. Наибольший эффект снижения влажности достигается при очистке рапса – до 3%. 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 зерноочистительно-сушильного 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. Выделение грубых и крупных посторонних примесей (солоmistых) позволяет значительно снизить нагрузку на последующее зерноочистительное оборудование и предохранить от забивания его приемно-распределительные устройства.

Зерно, влажность которого не соответствует кондиционной, после предварительной очистки 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 (таблица 18). Если она равна или меньше начальной влажности семян, вентилирование в данных условиях недопустимо.

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

Таблица 18 – Равновесная влажность зерна

Культура	Равновесная влажность зерна при относительной влажности 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

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

Скорость охлаждения семян возрастает с увеличением удельной подачи воздуха и разности температур семян и воздуха. Для определения срока вентилирования используют специальную номограмму (рисунок 68), по которой, зная разность температур семян и воздуха, а также удельную подачу воздуха на 1 *t* семян (*q*, м³/ч), определяют снижение температуры зерна за 1 час [4].

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

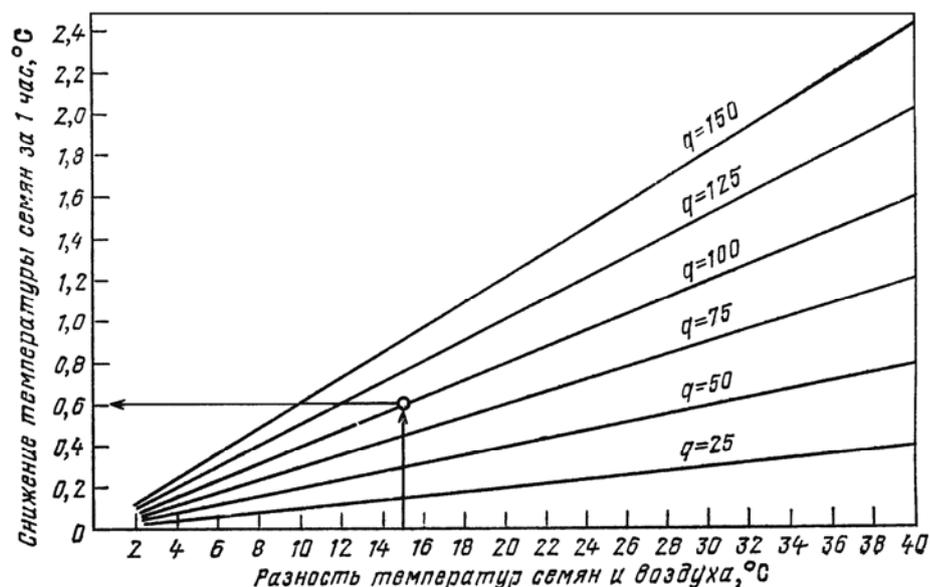


Рисунок 68 – Номограмма для определения времени охлаждения семян за час вентилирования (по данным ВНИИЗ)

Заключение

Поступление на зерноочистительно-сушильные комплексы сельскохозяйственных предприятий республики зернового вороха повышенной влажности и, как следствие, высокой засоренности объясняется состоянием хлебной массы в начальный период уборочных работ (влажность 24...30%), а также неблагоприятными погодными условиями, которые нередко сопровождают уборочную кампанию (140...170 мм атмосферных осадков).

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

Своевременное и качественное выполнение предварительной очистки и активного вентилирования зерна повышенной влажности (более 14%) позволит сократить потери выращенного урожая на 5...7%, что в масштабах республики составит 350... 450 тыс. т.

Библиография

1. Предварительная очистка зернового вороха колосовым цилиндрическим решетом с винтовым транспортирующим элементом [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01; защищена 27.05.08; утв./ Князев Андрей Анатольевич. – Мн., 2008. – 144 с.
2. Процеров, А.В. Агроклиматические условия периода уборки зерновых культур [Текст] / А.В. Процеров // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1957. – № 7.
3. Процеров, А.В. Погода и уборка комбайнами зерновых культур [Текст] / А.В. Процеров. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. – 62 с.
4. Федосеев, П.Н. Уборка зерновых культур в районах повышенной влажности [Текст] / П.Н. Федосеев. – М.: Колос, 1969. – 142 с.
5. Киреев, М.В. Послеуборочная обработка зерна в хозяйствах [Текст] / М.В. Киреев, С.М. Григорьев, Ю.К. Ковальчук. – Л.: Колос, 1981. – 224 с.