УДК 664: 631:621.988

А.В. КУПЧЕНКО, инженер
Днепропетровский государственный аграрный университет
О.В. ЯЛПАЧИК, аспирант, Т.А. ШПИГАНОВИЧ, аспирант, В.А. АЛЕКСЕЕНКО, канд. техн. наук
Таврический государственный агротехнологический университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗЕРНА

В статье приведены результаты определения прочностных характеристик зерна для учета при проектировании измельчителей зерновых материалов прямым ударом. Установлено, что разрушение зерна наступает при усилии сжатия в 1,5...5,0 раз ниже критического.

Ключевые слова: *зерно, физико-механические свойства, процесс измельчения.*

The results of determining the strength characteristics of grain for consideration when designing the grinding of grain materials chiteley a direct blow. It was established that the destruction of grain comes under a force of compression in 1,5 ... 5,0 times lower than the critical value.

Keywords: *grain, mechanical properties, the grinding process.*

Постановка проблемы. В механической технологии приготовления кормов самым распространенным и важным процессом является измельчение, обусловленное требованиями физиологии кормления животных [1, 2]. Дело в том, что питательные вещества, присутствующие в кормах организмом животного усваиваются только в растворимом виде, а скорость обработки частиц корма желудочным соком прямо пропорциональна площади их поверхности. В результате измельчения корма образуется множество частиц с высокоразвитой поверхностью, что способствует ускорению процессов пищеварения и повышению усвояемости питательных веществ [3].

Измельчение является одним из наиболее энергоемких процессов при переработке фуражного зерна на корм скоту и птице. Для этого применяются различные по конструктивному выполнению молотковые дробилки. При тонком измельчении эти дробилки дают до 30 % пылевидной фракции, а при грубом — до 20 % недоизмельченной фракции [1, 2].

Переизмельчение приводит к увеличению затрат энергии на измельчение и потерям при скармливании, а недоизмельченное зерно плохо поедается и усваивается животными. Кроме этого молотковые дробилки имеют большие энергозатраты при измельчении потребляют от 10 до 15 кВт·ч/т измельченного продукта [4].

Поэтому разработка и совершенствование малоэнергоемных и надежных технических средств для измельчения зерна, которые обеспечат снижение энергопотребление и улучшение качества готового продукта, является на сегодня актуальной и важной задачей. Но для этого необходимо учитывать физико-механические свойства зерна, влияющие на процесс его измельчения.

Анализ последних исследований. Технологические схемы измельчения зерна сегодня развиваются в направлении снижения энергозатрат, улучшения качества, равномерности измельчения, расширения технологических возможностей, полной механизации загрузки и разгрузка кормов, а также рациональной организации рабочего процесса измельчения [1,5].

Одним со способов повышения эффективности рабочего процесса дробилок является организация рабочего процесса измельчения с предварительной сепарацией зернового материала на фракции и направление каждой фракции на свой участок дробления прямым ударом (рис. 1). Главным преимуществом такой организации рабочего процесса является отсутствие циркуляции слоев материала внутри дробильной камеры и дополнительного переизмельчения за счет того, что каждая зерновка, в зависимости от своих размеров получает свой импульс на измельчения прямым ударом [5].

Анализ научных публикаций позволил выявить следующие наиболее перспективные пути совершенствования конструкций измельчителей зерновых материалов прямым ударом [5, 6]:

– снижение удельных затрат энергии и удельной металлоемкости за счет применения как рабочий орган в дробилке сверхтонкого молотка в виде тонкого металлического стержня или металлической струны из высокопрочного материала;

– организации рабочего процесса предварительной сепарации зерна по размерам;

– измельчение каждой фракции зерна заданной крупности прямым ударом;

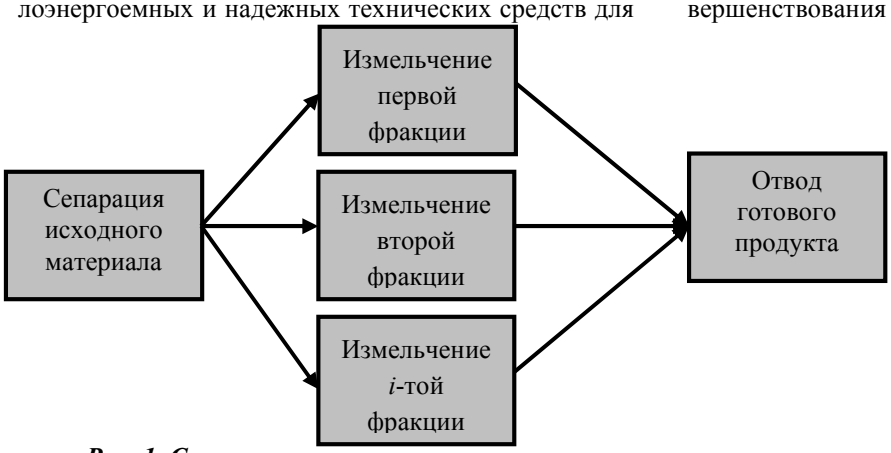


Рис. 1. Схема технологического процесса измельчения зерна с предварительной сепарацией исходного материала и измельчения каждой фракции на отдельной степени.

– снижение циркулирующей нагрузки вследствие ускоренного отвода частиц из камеры измельчения;

– максимальное использование периферийной и торцевой поверхностей камеры измельчения;

– рациональная организация воздушного режима дробилки.

Чтобы решить поставленные задачи совершенствования конструкций измельчителей зерновых материалов, необходимо знать физико-механические свойства зернового материала и особенно его прочностные характеристики.

Изучив влияние культуры, сорта и влажности на прочность зерна, Я.Н.Куприц сделал следующие выводы [7]:

– прочность различных сортов зерна неодинакова; при одной и той же влажности (11,3 %) прочность зёрен пшеницы разных сортов может отличаться в два с лишним раза;

– прочность зерна является свойством, зависящим не только от сорта, но и от района произрастания;

– расход энергии на измельчение 1 кг зерна без учёта суммарной поверхности частиц получаемых продуктов не может служить показателем прочности зерна, так как не учитывает степени измельчения зерна;

– с повышением равномерно распределённой по всему зерну влажности прочность при прочих равных условиях увеличивается; удельные нормы расхода энергии при переработке зерна с повышенной влажностью возрастают; степень увеличения прочности зерна при его увлажнении зависит от сорта и культуры.

Кроме того, характерна высокая неоднородность зерна по длине, ширине и толщине. Неоднородность геометрических размеров зерна сказывается на его механических свойствах. По данным [8] мелкое зерно имеет повышенную прочность, чем крупное. Применительно к технологии измельчения зерна наибольший интерес представляют показатели прочности, полученные в условиях динамических нагружений и с учётом скорости деформирования. С.В.Мельников отметил, что свойство большинства материалов повышать свою прочность с увеличением скорости нагружения в равной мере присуще и зерну.

Таким образом, показатели рабочего процесса измельчителей зерновых материалов существенно зависят от физико-механических свойств зерна, изменяющихся в широких пределах в зависимости от культуры, сорта, почвенно-климатических условий. Для корректного сравнения показателей рабочего процесса разных измельчителей необходимы испытания в одинаковых условиях на зерне одной партии. За эталон для сравнительной оценки измельчителей может быть принято зерно ячменя, обладающее наибольшей прочностью и являющееся основной фуражной культурой.

Постановка задания. Целью данной работы является определение прочностных характеристик зерна для учета при проектировании измельчителей зерновых материалов прямым ударом.

Результаты исследований. Для проектирования измельчителей зерновых материалов необходимо учитывать физико-механические свойства и особенно прочностные характеристики измельчаемых зерновых материалов таких как пшеница, ячмень и кукуруза. Это наиболее распространенные фуражные культуры в Запорожской области.

По своей структуре зерно является неоднородным телом. Оно состоит из эндосперма, оболочек и зародыша. Причём соотношение масс анатомических частей зерна заметно варьирует в зависимости от сорта, крупности и других факторов. Эти части зерна обладают различными механическими свойствами. Эндосперм зерна характеризуется сравнительной хрупкостью, тогда как оболочки зерна обладают значительной вязкостью. При дроблении зерна эндосперм работает в основном на скалывание и сжатие, а оболочки - на разрыв. Величина разрушающих напряжений оболочек в зависимости от сорта и влажности зерна. Показатели качества и некоторые физико-механические свойства зернового материала приведены в табл. 1.

Показатели качества зернового материала определяли по известным методикам. Сводные данные по показателям, характеризующим линейные размеры измельчаемого материала, определены экспериментально.

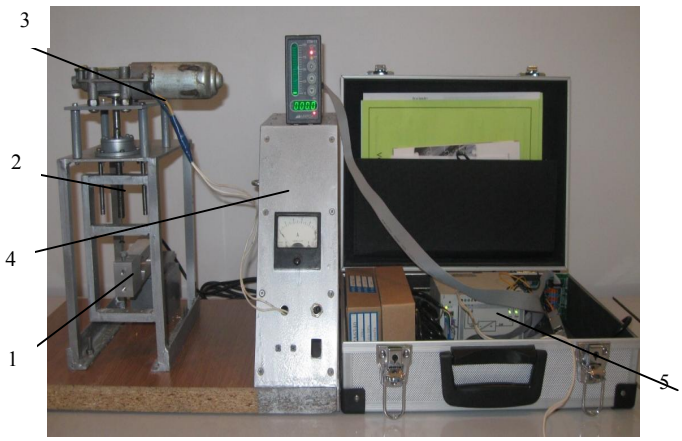
Для измерения прочностных свойств исследуемых культур обычно применяют микротвердометр Барабендера.

Для определения усилия разрушения твердых тел методом статического сжатия обычно используют образец правильной геометрической формы и по результатам испытаний рассчитывают удельную разрушающую нагрузку для всего материала. Для зерновки такой метод не может дать достаточно точных результатов, т.к., во-первых, зерновка имеет сложное строение, и придание ей правильной геометрической формы приведет к изменению прочности и искажению окончательного результата; во-вторых, при испытаниях целой зерновки расчет удельной разру-

Таблица 1

Физико-механические свойства зерновых материалов

Показатели	Материал		
	Ячмень	Кукуруза	Пшеница
Длина, мм	6,8-14,6	5,5-1,35	4,0-8,6
Ширина, мм	2,0-5,0	5,5-11,5	1,6-4,0
Толщина, мм	1,2-4,5	2,5-8,0	1,4-4,2
Плотность, кг/м^3	1200-1400	1350	1200-1500
Насыпная масса, кг/м^3	650	730	700-750
Коэф. внутреннего трения	0,5-0,7	0,53-0,71	0,7-0,75
Коэф. внешнего трения по стали	0,37	0,37	0,37
Скорость витания, м/с^2	8,4-10,8	10,8-11,7	8,5-11,5
Масса 100 семян, г	31-51		20-40
Эквивалентный диаметр	2,8-5,5	3,2-6,5	3,5 - 3,86



1 – тензометрическая балка; 2 – устройство для фиксации и сжатия (растяжения) образцов; 3 – привод тягового винта; 4 – блок регулировки скорости и направления вращения тягового винта; 5 – блок обработки сигналов тензодатчиков и индикации значения усилия разрушения

Рис. 2. Внешний вид установки для определения усилия разрушения.

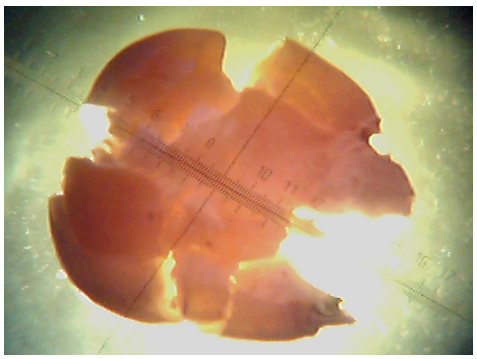


Рис. 4. Зерновка кукурузы при полном разрушении.

пности зерновок определяется как среднее арифметическое суммы усилий разрушения отдельных зерновок. При этом отбор и количество зерновок для испытания производится без учета их крупности и процентного содержания в смеси.

Между тем зерновая смесь по крупности зерновок неоднородна. Содержание зерновок одной и той же крупности может колебаться в значительных пределах, а, следовательно, усилие разрушения отдельных зерновок не может оставаться во всех случаях одинаковым.

Исследования прочностных характеристик зерновок проводились на специально разработанной лабораторной установке (рис. 2).

Основным элементом установки является тензометрическая балка фирмы «Cncell» типоразмера PA6340 с максимальным пределом измерения нагрузки 50 кг. Балка консольно закреплена на массивной цельнометаллической основе, которая, в свою очередь, жестко закреплена на основании всей установки. Непосредственными измерительными элементами являются четыре тензодатчика, включенных по мостовой схеме. Датчики были приклеены на верхней и нижней частях балки.

Для создания усилия, необходимого для разрушения образца, используется устройство фиксации и сжатия (растяжения). Устройство выполнено в виде рамки из стального прямоугольного профиля толщиной 10мм. Рамка имеет две поперечины, расположенные над и под тензометрической балкой. В поперечинах фиксируются сменные фиксирующие насадки, которые позволяют фиксировать различные образцы и обеспечивать различные виды деформации (сдавливание, срез, разрыв, раскалывание и т.д.). Нагружение и деформирование образца осуществляется в зазоре между фиксирующим устройством в одной из поперечин

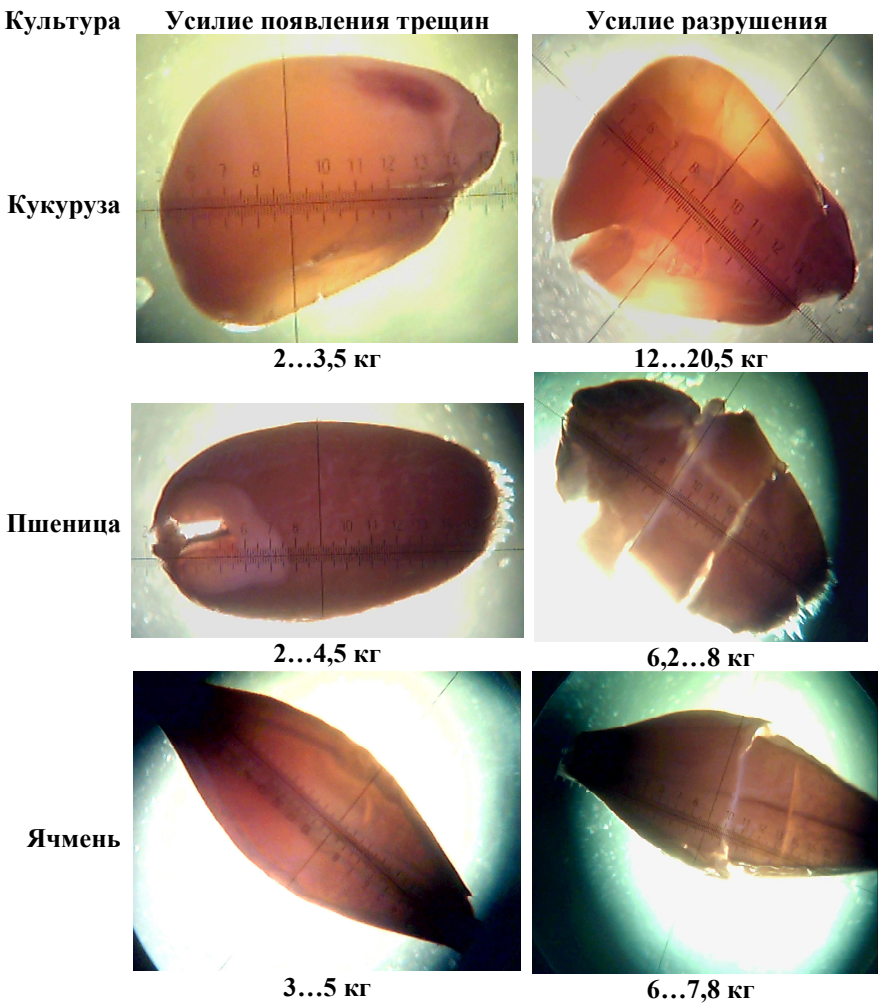


Рис. 3 – Фото зерновок кукурузы, пшеницы и ячменя с фиксацией усилий появления на них трещин и начала разрушения.

шающей нагрузки на площади контакта, по нашему мнению, также не дает достаточно точного результата в связи с трудностью замера и изменения этой площади в процессе сжатия.

Поэтому для определения прочности зерна ограничились только средним усилиям разрушения. В настоящее время среднее усилие разрушения совоку-

рамки и соответствующим фиксирующим устройством на тензометрической балке.

Рамка, для создания необходимой нагрузки на образец, имеет возможность вертикального перемещения. Это перемещение обеспечивается посредством тягового винта. Тяговый винт приводится в движение с помощью реверсивного электропривода постоянного тока. Также имеется возможность регулировки скорости вращения электропривода, а соответственно, и скорости нагружения. Для управления электроприводом используется блок регулировки скорости и направления вращения тягового винта.

Для обработки сигналов тензометрической балки применяется мобильный блок на основе микропроцессорных приборов. Блок представляет собой универсальную систему сбора сигналов тензодатчиков, их обработки и индикации в необходимых величинах. Система собрана на основе приборов фирмы «Микрол» (г. Ивано-Франковск) и состоит из блока преобразования сигналов тензодатчиков БПТ-2, индикатора микропроцессорного одноканального ИТМ-11В, клеммно-блочного соединителя КБЗ-8-14 и блока питания БП24-2к. Преобразователь БПТ-2 служит для преобразования аналоговых сигналов тензодатчиков (разбаланс измерительного моста по току) в цифровой вид. Преобразованный цифровой сигнал, посредством соединителя КБЗ-8-14, предается на цифровой микропроцессорный индикатор ИТМ-11В. Индикатор предназначен для измерения одного контролируемого физического параметра (в нашем случае нагрузки на тензометрическую балку), обработки, преобразования и отображения его текущего значения на встроенном четырехразрядном цифровом дисплее и аналоговом индикаторе. Кроме того, индикатор формирует аналоговые выходные сигналы для управления исполнительными устройствами. Также имеется возможность сопряжения прибора с ПК и обработки данных с помощью специализированного ПО. Для питания описанных устройств применен блок питания БП24-2к.

Описанная система является универсальной и позволяет подключать любые тензодатчики с выходным сигналом в пределах 4…20 мА. При подключении различных тензодатчиков производится калибровка по эталонной нагрузке (например, с помощью весовых гирь). Для калибровки достаточно зафиксировать два значения нагружающего усилия.

Для определения усилия разрушения при сжатии образец помещается между фиксирующими устройствами в одной из поперечин и в тензометрической балке, включается привод тягового винта и осуществляется сжатие образца между фиксирующими устройствами. При нагружении усилие на образец индицируется на цифровом табло индикатора. Усилием разрушения считается значение нагрузки, согласно табло индикатора, в момент разрушения образца, т.е. определяли величину нагрузки, при которой появлялись первые трещины, а затем и величину усилия разрушения материала. Для этого после создания определенного усилия зерно помещалось на предметный столик микроскопа и с помощью Web-камеры подавалось на компьютер.

Проведена серия опытов на зерновках кукурузы, пшеницы и ячменя с целью определения этапов и усилия разрушения. Характерной особенностью разрушения злаковых культур есть появление только поперечных трещин, на кукурузе расположение трещин зафиксировано как в продольном, так и в поперечном направлениях (рис. 3).

В результате исследований зерна различных культур на разрушение было определено, что многократное воздействие статической нагрузкой ниже критической (т.е. ниже усилия разрушения) приводит к появлению микротрещин внутри зерновки. Поэтому разрушение наступает при усилии сжатия в 1,5...5,0 раз ниже критического. Это особенно заметно на зерне кукурузы, где зафиксировано максимальное усилие разрушения 20,5 кг, а в случае многократного нагружения зерновка разрушается при 2,8 кг (рис.4).

Это свойство зерна необходимо учитывать при разработке измельчителей зерновых материалов, т.е. создавать такие условия, при которых зерно будет многократно соударяться с рабочими органами (ротор, дека, решето), что будет способствовать уменьшению работы, идущей на измельчение и снижать энергоемкость процесса.

Выводы. При разработке и совершенствовании технических средств для измельчения зерна, которые обеспечат снижение энергопотребление и улучшение качества готового продукта, что является на сегодня актуальной и важной задачей, необходимо учитывать физико-механические свойства зерна, влияющие на процесс его измельчения.

Для получения максимальной однородности измельченного материала необходимо применять его подачу на измельчение с предварительной сепарацией на фракции по физико-механическим свойствам.

Разрушение зерна необходимо осуществлять прямым ударом и удалять измельченные частицы из дробильной камеры по мере их образования, а рабочей процесс многоступенчатого измельчения зерна осуществлять в одном рабочем пространстве.

В результате исследований зерна различных культур на разрушение было определено, что многократное воздействие статической нагрузкой ниже критической (т.е. ниже усилия разрушения) приводит к появлению микротрещин внутри зерновки. Поэтому разрушение наступает при усилии сжатия в 1,5...5,0 раз ниже критического. Поэтому необходимо создавать такие условия, при которых зерно будет многократно соударяться с рабочими органами (ротор, дека, решето), что будет способствовать уменьшению работы, идущей на измельчение и снижать энергоемкость процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алешкин, В.Р. Повышение эффективности процесса и технических средств механизации измельчения кормов / В.Р. Алешкин. - Дис…д-ра техн. наук.- Киров, 1995.- 412 с.

2. Олексієнко, В.О. Підвищення ефективності роботи молоткових кормодробарок. Дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11 / В.О. Олексієнко. – Мелітополь, 2006. – 173 с.

3. Щеглов В.В. Корма. Приготовление, хранение, использование. Справочник./ В.В. Щеглов, Л.Г. Боярский - М.: Агропромиздат, 1990. - 255 с.

© "Зернові продукти і комбікорми", 2010

4. Черепанов, С.В. Современные технологии дробления: от идеи до воплощения./ С.В. Черепанов, В.О. Карпушенко, М.В. Архипова.// Хранение и переработка зерна. 2004. - № 1. - С. 37-38.

5. Шпиганович, Т.О. Обгрунтування конструктивних параметрів дробарки зерна прямого удару з попередньою сепарацією зернового матеріалу / Т.О. Шпиганович, Е.В. Ялпачик. // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.- Мелітополь: ТДАТУ. - Вип. 10. - Т. 3. – 2010. - С.23-35.

6. Шпиганович, Т.О. Дробарка прямого удару з попередньою сепарацією зернового матеріалу.// Вісник Харьківського Національного техн. ун-ту с.-г. «Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв». - Вип. 74. – Харьков, 2008. - С. 105 -111.

7. Технология переработки зерна / Под ред. Я.Н. Куприца. - М.: Колос, 1965. - 504 с.

8. Егоров Г.А. Технология и оборудование мукомольной, крупяной и комбикормовой промышленности/ Г.А. Егоров, Я.Ф. Мартыненко, Т.П. Петренко. - М.: Издательский комплекс МГАПП, 1996. - С. 20-36.

Поступила 11.2010

Адрес для переписки:
Украина, 49027, г. Днепропетровск, ул. Ворошилова, 25. ДГАУ
Украина, 72312, г.Мелитополь, пр.Б.Хмельницкого, 18. ТГАТУ

УДК 636. 085. 55

К.Ю. ЯСТРЕБОВ, канд. с.-г. наук, *Укрфід,*
М.Я.КРИВЕНОК, канд. с.-г. наук, *Національний університет біоресурсів і природокористування України*

ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ У ПТАХІВНИЦТВІ

В матеріалах статті наведено дані з ступеня забруднення різних систем питної води на птахофабриках, способах її знезараження та практичних рекомендацій з використання органічних кислот у раціонах курей-несучок кросу «Іза».

Ключові слова: *вода, бактерії, органічні кислоти, підкислювачі.*

The article presents data from the different degree of contamination of drinking water systems in the poultry farms, disinfecting and how it can be of practical recommendations on the use of organic acids in diets of laying hens cross "Isa."

Keywords: *water, bacteria, organic acids, acidulants.*

Досвід роботи тваринницьких ферм показує, що глобалізація і інтенсифікація тваринництва не завжди сприяє покращенню гігієнічних та ветеринарно-санітарних умов у тваринницьких приміщеннях, а велике скупчення тварин на обмежених площах та дія різних несприятливих факторів знижує їх природну резистентність. Особливу увагу у покращенні добових приростів та кількості і якості знесених яєць завжди приділяли якості корму. Проте не можна забувати важливу складову у годівлі тварин – воду, яку тварина споживає в 2-3 рази більше ніж корму. Вода також відіграє важливу роль у перетравлюванні поживних речовин корму, формуванні середовища для підтримання здорової мікрофлори кишечнику, що за оптимальної кількості травних ферментів забезпечує ефективне розщеплення поживних речовин. Вченими доведено пряму кореляцію між питною водою і продуктивністю птиці, зокрема з добовими приростами, конверсією корму, масою яйця та збереженістю поголів'я.

Вода сприяє засвоєнню поживних речовин корму в організмі, бере участь у регулюванні температури тіла. Проте слід враховувати, що у навіть здавалось би чистій воді присутні сапрофіти, в основному – коки, а в забрудненій – кишкова паличка й патогенні мікроорганізми. Якщо в 1мл води більше 1 тис колоній мікробів, то в такому разі її не можна давати птиці [1]. Коли вода довго знаходиться у пташнику з високою температурою (перший період вирощування бройлерів), чисельність бактерій у рідині різко збільшується, відповідно виникає небезпека інфекцій у птиці. Тому дуже важливо підтримувати гігієну води у пташнику, а саме: чистити поїлки, особливо після дачі вітамінів або вакцин, оглядати всі вузли системи напування, регулярно перевіряти колір, смак і запах води, застосовувати дозволені підкислювачі. Зазвичай, у 1 мл питної води у пташнику міститься більш ніж 100 000 бактерій, тоді коли норма їх вмісту в питній воді для людини не перевищує 100 бактерій. Навіть незначне забруднення питної води залишками корму та посліду створює чудові умови для росту і розвитку патогенної мікрофлори. Мікроорганізми, у т.ч. плісень, дріжджі, бактерії *E.coli*, сальмонела і кампілобактерії можуть дуже швидко розвиватися у воді [6]. Мікроорганізми, що прикріпляються до внутрішньої частини водопроводу, продовжують заражати птицю, через що інфекція швидко розповсюджується.

Навіть ніпельні поїлки не гарантують чистоту питної води. За даними мікробіологічних досліджень, у ніпельних системах живе велика кількість ентеробактерій (до 300 тис. в 1 мл води). Оскільки в теплому й вологому середовищі на краплевловлювачах розвивається колосальна кількість мікроорганізмів, то за досить короткий проміжок часу чашка перетворюється на джерело мікробної контамінації (рис.1) [3]. Даний тест вказує на необхідність знезаражування води на птахофермах і інкубаторних станціях у першу чергу.

Традиційно для очистки систем подачі питної води і знищення мікроорганізмів використовуються дезінфікуючі засоби на основі хлору, перекису водню та їх сполук. Проте ефективність цих засобів різко знижується у воді, забрудненій органічними речовинами (частками корму, посліду). Птиця неохоче п'є навіть слабко хлоровану воду і, як наслідок, гірше споживає корм. У таких умовах необхідні якісно нові технологічні підходи до гігієни води на птахофабриках. Одним з таких є застосування багатокомпонентних препаратів на основі органічних кислот. Суть