

## БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Дефицит пресной воды уже сейчас становится мировой проблемой. Все более возрастающие потребности промышленности и сельского хозяйства в воде заставляют все страны, ученых мира искать разнообразные средства для решения этой проблемы. Одним из направлений является создание новых способов очистки воды, позволяющих использовать ее для потребления в пищу.

Вода – ценнейший природный ресурс. Она играет исключительную роль в процессах обмена веществ, составляющих основу жизни. Огромное значение вода имеет в промышленном и сельскохозяйственном производстве. Общеизвестна необходимость ее для бытовых потребностей человека, растений и животных.

Большую часть тела человека и животного составляет вода, например, 80% тела свиньи при рождении состоит из воды, а на последней стадии откорма вода составляет 50% тела свиньи.

Вода для животных выполняет функцию регулировки температуры, доставки питательных веществ при кормлении и вывод отходов. Кроме этого она является растворителем, а в период лактации животных способствует выработке молока. Недостаточное количество воды ведет к снижению потребления кормов, поэтому она имеет большое значение для жизнедеятельности животных, а для некоторых классов, молодняка и лактирующих самок, очень важно иметь постоянный источник чистой и свежей воды.

Так, например, в свиноводстве предусматривается следующая потребность свиней в воде (таблица 1.) [1], где видно, что разные группы животных потребляют разное количество воды, в том числе и непосредственно в корме.

Исследования учеными [2] слюноотделения, желудочного пищеварения при использовании корма разной влажности свидетельствуют о нецелесообразности скармливания свиньям

комбикорма влажностью выше 80%, а пороссятам – абсолютно сухого корма. Пороссята-сосуны, поедающие сухие корма, не потребляют достаточного количества питательных веществ, т.к. съедают их за подсосный период на 27 – 28% меньше, чем при кормлении увлажненными смесями. Сухой корм раздражает слизистую оболочку дыхательных путей и глаз, что вызывает беспокойство у пороссят и отражается на их росте и развитии.

Учитывая содержание общей влаги, и соотношение корма и воды, корма можно классифицировать (рисунок 1).

Наиболее эффективным считается [3] соотношение сухого корма и воды 1:1. Однако кормление влажными мешанками затруднено механизацией этого процесса, т. к. корма в кормушку, как правило, подаются по трубам, поэтому концентрированные корма доводят до состояния супообразных или даже жидких, что снижает интенсивность роста пороссят.

Таким образом, вода для животных используется не только как источник для питья, но и для доведения корма до необходимой консистенции, способствующей усвоению корма в их организме, и от ее качества зависит и качество животноводческой продукции.

Длительное время считали, что вода – это индивидуальное соединение, описываемое единственно возможной формулой  $H_2O$ . Однако, когда было установлено, что кроме обычной воды в природе существует еще и тяжелая вода. В молекулах такой воды место водорода занимает его тяжелый изотоп дейтерий. Она на 10 % плотнее обычной, ее вязкость выше на 23 %, она кипит при 101,42 °С, а замерзает при +3,8 °С.

Открытия последних лет показали, что тяжелая вода, являясь повсеместной примесью природных вод, играет немаловажную роль в биологических процессах. Систематическое изучение ее воздействия на животных и растения начато сравнительно недавно. Различные исследователи независимо друг от друга уста-

Таблица 1. Нормы расхода воды для различных групп свиней

Группы свиней	Требуется в расчете на животное в сутки (л)	
	всего	в т.ч. на поение
Хряки-производители	25	10
Матки супоросные и холостые	25	12
Матки подсосные с приплодом	60	20
Пороссята-отъемыши	5	2
Ремонтный молодняк	15	6
Свиньи на откорме	15	6

новили, что тяжелая вода действует отрицательно на жизненные функции организмов; это происходит даже при использовании обычной природной воды с повышенным содержанием тяжелой воды.

Под качеством воды мы понимаем содержание минералов, прежде всего, сульфатов. Если концентрация превышает 3000 мг на 1 кг, то это может вызвать болезненные расстройства в организме. Нитраты в организме животного переходят в нитриты. В этом случае они становятся токсичными для свиньи. Допустимая концентрация нитратов – 100 мг на 1 кг. Общее количество растворимых твердых веществ влияет на минерализацию или соленость воды.

Многие страны сейчас озабочены использованием навоза в качестве удобрения, т.к. в навозе очень высокая концентрация азота и фосфора, а это вредит грунтовым водам, которые являются часто источником питьевой воды. Именно поэтому в Голландии, существует лицензионное ограничение на животных, которых можно выращивать на своей ферме.

Если вода насыщена железом, то необходимо ограничивать в рационе животного дополнительное железо, т.к. оно связано с усвоением других микроэлементов, таких как Са, Mg, Cu, Zn. Нормальным считается содержание железа – 5мг на 1 кг.

Комбикорма, как правило, уже содержат многие микроэлементы в необходимом количестве, поэтому для получения здорового потомства, экологически чистого мяса, необходимо воду для потребления животных подвергать очистке.



Рисунок 1. Классификация корма в зависимости от содержания влаги

Обычно считают, что достаточно очистить воду от песка, мути и прочих взвесей и тем самым получить «нормальную воду», пригодную для потребления. Однако даже внешне благополучная вода может содержать такой набор растворенных и нерастворенных примесей, что использовать ее подчас небезопасно.

В воде появляются новые, опасные для живого организма химические соединения, которые не существовали полвека назад. Поэтому однозначно судить о качестве воды можно только после полного ее химического анализа. В настоящее время в России требования к качеству питьевой воды изложены в действующих ГОСТе Р 51232-98 «Вода питьевая» и СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест», но нормативно-методическая база действующего ГОСТа уже не соответствует современным требованиям, предъявляемым к контролю качества питьевой воды. Например, «Руководство по качеству питьевой воды», изданное Всемирной организацией здравоохранения в 1993 году, предполагает контроль более чем по 100 показателям.

Вода, используемая в различных технологических процессах пищевых производств, должна быть безопасна в эпидемическом отношении, химически безвредной и иметь благоприятные органолептические свойства. Ее состав должен соответствовать следующим требованиям к питьевой воде [4]:

сухой остаток, мг/л	– не более 1000;
общая жесткость, мг-экв/л	– не более 7,0;
содержание, мг/л:	
свинца	– не более 0,1;
мышьяка	– 0,05;
фтора	– 1,5;
цинка	– 5,0;
меди	– 3,0;
бериллия	– 0,0002;
селена	– не более 0,05;
общее количество бактерий при посеве 1 мл : неразбавленной воды, определяемое после 24 ч выращивания при I = 37°С	– не более 100;
коли-титр	– не более 300;
коли-индекс	– не более 3.

В течение десятков лет данные о качестве воды в городах не публиковались, т.к. это было не принято. Кстати, такая ситуация сохраняется и по сей день.

Загрязнение воды и ее очистка, сложная и многогранная проблема, одна из задач которой – как сделать воду качественной и приемлемой для потребления человека и животных.

С этой целью нами разработан комбинированный способ очистки воды, включающий замораживание и оттаивание, причем замораживание сначала проводят до перехода части воды в твердую фазу, которую удаляют, а оставшуюся часть воды замораживают, подвергая гидродинамической кавитации до полного перехода в твердую фазу, после чего центральную часть воды удаляют.

Гидравлическая кавитация возникает в тех участках потока, где давление понижается до некоторого критического значения. Присутствующие в жидкости пузырьки газа или пара, двигаясь с потоком жидкости и попадая в область давления меньше критического, приобретают способность к неограниченному росту. После перехода в зону пониженного давления рост прекращается, и пузырьки начинают уменьшаться. Если пузырьки содержат достаточно много газов, то при достижении ими минимального радиуса, они восстанавливаются и совершают несколько циклов затухающих колебаний, а если мало – то охлопываются полностью в первом цикле.

Таким образом, вблизи обтекаемого тела создается кавитационная зона, заполненная движущимися пузырьками растворенных газов. Сокращение кавитационного пузырька происходит с большой скоростью и сопровождается звуковым импульсом, тем более сильным, чем меньше газа содержит пузырек. Если степень развития кавитации такова, что возникает и схлопывается множество пузырьков, то явление сопровождается сильным шумом со сплошным спектром от несколько сотен Гц до сотен кГц. Спектр расширяется в область низких частот по мере увеличения максимального радиуса пузырьков.

Если бы жидкость была идеально однородной, а поверхность твердого тела, с которым она граничит, идеально смачиваемой, то разрыв происходил бы при давлении более низком, чем давление насыщенного пара жидкости, при котором жидкость становится неустойчивой. Теоретическая прочность воды на разрыв равна 1500 кг/см, но реальные жидкости менее прочны. Максимальная прочность на разрыв очищенной воды, достигнутая при растяжении воды при 10°C, составля-

ет 260 кг/см. Обычно же разрыв наступает при давлениях насыщенного пара. Низкая прочность реальных жидкостей связана с наличием в них так называемых кавитационных зародышей – плохо смачиваемых участков твердого тела.

При использовании кавитации в воде в местах неоднородности среды происходят разрывы сплошности потока с образованием парогазовых пузырьков – короткоживущие парогазовые каверны. Скорость их схлопывания очень высока и в микроокрестностях этих точек возникают экстремальные параметры: высокая температура и, прежде всего, высокое давление. В качестве неоднородностей жидкой среды при этом выступают споры бактерий и грибов, которые при кавитационном взрыве (имплозии) оказываются в центре схлопывания. В результате вблизи точек схлопывания полностью уничтожается патогенная микрофлора, даже такие споры грибов, как *Aspergillus niger*, которые вообще не уничтожаются ни ультрафиолетом, ни озоном.

Кроме этого использование кавитации способствует перемещению примесей с более низкой температурой замерзания, чем чистой воды, в центральную часть объема. Поэтому удаление замороженной воды из центральной части обеспечивает удаление вместе с ней и всех вредных примесей.

Необходимо сказать, что энергия кавитационного пузырька аккумулируется в форме кинетической энергии движущейся жидкости, которая заполняет пузырек:

$$E = \int_{R_k}^{R_0} \frac{1}{2} V^2 m dR = \int_{R_k}^{R_0} \frac{1}{2} \left( \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot R^2} \right)^2 \rho \cdot 4\pi R^2 dR = \frac{\rho \cdot Q^2}{8\pi} \left( \frac{1}{R_k} - \frac{1}{R_0} \right)$$

где  $V$  – скорость движения стенки пузырька;  
 $m$  – масса движущейся жидкости;  
 $R_0$  – начальный радиус сферы жидкости, которая участвует в движении при схлопывании пузырька;  
 $R_k$  – радиус пузырька в конечной стадии схлопывания;  
 $\rho$  – плотность жидкости;  
 $Q$  – количество жидкости, втекающей в пузырек за единицу времени.

Данное уравнение можно применить, установив конечные границы интегрирования, ко-

торые в динамике устанавливаются исходя из того, что сигнал движения передается со скоростью звука, поэтому верхняя граница не может превысить величину длины звуковой волны. Нижняя граница должна соответствовать размеру того объекта, на который направлено воздействие кавитации, т.е. размеру радиуса пузырька.

Разнообразие форм, видов и фракционного состава воды, содержащейся в биологических объектах, в т.ч. и сельскохозяйственном сырье растительного происхождения, приводит к неменьшему разнообразию особенностей ее энергетических эффектов, которые необходимо учитывать в различных технологических процессах переработки.

---

**Список использованной литературы:**

1. Калашников А.П., Клейменов Н.И., Баканов В.Н. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. - М.: Агропромиздат, 1985.-352с.
2. Александров С.Н., Прокопенко Е.В. Промышленное содержание свиней. - М.: ООО «Издательство АСТ», 2004.
3. Мельников С. В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм - Л.: Колос, 1978, 560 с.
4. Куватов Д.М., Касперович В.Л., Иванова А.П. Управление свойствами сырья, технологическими процессами в пищевой промышленности и АПК. - Уфа; Гилем, 2003.- 325 с.