

УДК 62-119

ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРООЗОНИРОВАНИЯ ХРАНИЛИЩ**В.В. Белов¹⁾, А.Ю. Маткин¹⁾, Р.В. Гасанов²⁾, Н.Н. Белова¹⁾**¹⁾Чувашская государственная сельскохозяйственная академия,
428000, Чебоксары, Российская Федерация²⁾ООО НПП «Коммунал-Сервис»,
428000, Чебоксары, Российская Федерация

Аннотация. В работе были проанализированы свойства озона, его основные характеристики и использование при хранении овощных культур. Также исследуются особенности выращивания и хранения овощной продукции. Предлагается использовать способ озонирования хранилищ в целях наибольшей сохранности продукции. Были рассмотрены рекомендации по применению озонаторов, предложенные в работах разных авторов, выявлены их противоречия. Также приводятся результаты собственных экспериментальных исследований. На их основе авторы рекомендуют уменьшить продолжительность цикла работы озонатора, сохранив при этом суммарную суточную продолжительность его работы. Было выявлено, что озонирование снижает процесс плесневения овощей и корнеклубнеплодов в период хранения и распространение грибковых заболеваний, гнилостных микроорганизмов.

Ключевые слова: озонирование, овощи, хранилище, сохранность, вентиляция, микроклимат, цикл работы, озонатор.

Введение. Озон можно распознать по характерному запаху и окислительным свойствам, приобретаемым воздухом после пропускания через него электрических искр между пластинами озонатора или искрами катушки Тесла.

Характер химических связей молекул озона обуславливает его неустойчивость (озон самопроизвольно превращается в кислород: $2\text{O}_3 \rightarrow 3\text{O}_2$) и высокую окислительную способность (озон способен на ряд реакций, которые не присущи молекулярному кислороду). Окислительное воздействие озона на органические вещества обусловлено образованием радикалов: $\text{RH} + \text{O}_3 \rightarrow \text{RO}_2 + \text{OH}$. Они инициируют цепные реакции с биоорганическими молекулами (липидами, белками, нуклеиновыми кислотами), что приводит к гибели клеток. Озон применяется для стерилизации питьевой воды, поскольку способствует уничтожению микробов. В больших дозах он превращается в токсичный газ. Предельно допустимая его концентрация в воздухе рабочей зоны составляет 0,0001 мг/литр. Загрязнение озоном воздушной среды происходит при озонировании воды, вследствие его низкой растворимости [15].

Благодаря указанным свойствам он используется в самых различных отраслях: химической, нефтяной, фармацевтической, текстильной промышленности, в металлургии черных, цветных и редких металлов, при промышленном органическом и неорганическом синтезе. Например, для обеззараживания питьевой воды, очистки промышленных и сточных вод, отходящих и хвостовых газов различных производств, при хранении пищевых продуктов и др. [1, 3, 8]. Растет применение озона в сельском хозяйстве. Он незаменим также и в овощехранилищах [11, 14].

Овощная продукция – основной источник витаминов. В соответствии с данными, представленными Всемирной организацией здравоохранения, российские женщины живут почти на 10, а мужчины на 16 лет меньше, чем в Западной Европе, где потребление овощей и фруктов намного выше. Также необходимо отметить тот факт, что смертность от сердечно-сосудистых заболеваний в России одна из самых высоких в мире.

По данным РАМН (Российской академии медицинских наук), в настоящее время у более 90 % населения России по состоянию здоровья имеются различные отклонения от нормы. Важнейшей из причин, способствующих возникновению проблем со здоровьем, является дефицит свежих овощей в структуре питания населения. Их значимость предопределяется тем влиянием, которое они оказывают на здоровье и долголетие людей.

В связи с событиями, которые произошли на Украине четыре года назад, 31 июля 2014, Европейский Союз впервые ввел секторальные санкции против России, а именно, продовольственное эмбарго – запрет ввоза в Россию с 2014 г. отдельных видов сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия.

В этом году президент России Владимир Путин подписал указ, предписывающий следующее: «В течение одного года со дня вступления в силу настоящего Указа запрещается либо ограничивается осуществление внешнеэкономических операций, предусматривающих ввоз на территорию Российской Федерации отдельных видов сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, страной происхождения которых является государство, принявшее решение о введении экономических санкций в отношении российских юридических и (или) физических лиц или присоединившихся к такому решению» [16]. При этом он отметил, что необходимо не допускать роста цен на внутренних рынках.

В связи с этим в России за истекший период была введена программа импортозамещения, но, к сожалению, увеличились цены на сельскохозяйственную продукцию. Это произошло не только после введения

эмбарго, а, в целом, из-за неблагоприятной экономической конъюнктуры в сельскохозяйственной отрасли [6, 7, 12, 13].

Капуста является одной из основных овощных культур в Нечерноземной зоне России. Ранее под выращивание капусты в Нечерноземье отводилось почти 45 % площадей, а в Ленинградской области – 50-53 % от всей площадей, занятых овощами [2, 10].

Белокочанная капуста является одной из самых полезных культур, которая содержит в своем составе почти все микроэлементы, важные для здоровья человека.

Таким образом, становится очевидным тот факт, что наращивание производства сельскохозяйственной продукции является первоочередной задачей для производителей в целях обеспечения населения свежими овощами. Причем, актуальной проблемой является не только производство сельскохозяйственной продукции, но и длительность ее хранения [9, 5, 4].

Материалы и методы исследования. В работе анализируются свойства озона, которые позволяют использовать его при хранении овощей, рассматриваются возможные дозы применения в случае различных вариантов озонирования. В ходе работы используется статистический материал, анализ которого осуществляется классическими методами. Во время экспериментальных исследований использовались в основном визуальные и органолептические методы оценки состояния овощей в хранилище в случае использования озонирования или в варианте с его отсутствием [1, 3, 4].

Результаты исследований и их обсуждение. Известно, что на возделывание и уборку урожая овощных культур, например капусты, приходится около 60 % трудозатрат [2]. Но, как известно, трудность заключается в том, что убранный урожай надо еще суметь сохранить и в целостном виде доставить до покупателя. К сожалению, в период хранения потеря продукции доходит до 30 %, а, порой, превышает 50 %. При этом, как показывает производственная практика, в процессе хранения потеря овощей может составлять, в среднем, около 30-40 % [5, 10].

Полный технологический цикл производства сельскохозяйственной продукции требует наличия собственной инфраструктуры для заготовки, переработки, транспортировки, упаковки, хранения и дистрибуции овощей и фруктов, а также существующих международных и межрегиональных розничных торговых сетей.

В связи с указанными особенностями выращивания и доставки овощей до потребителя одной из основных, нерешенных до сего времени задач является сохранение выращенного урожая в течение всего периода хранения. В то же время основная задача сохранения продукции может быть решена различными путями. Например, при хранении овощей в специальной газовой среде. В нашей работе будут рассматриваться особенности хранения овощей (картофеля, капусты, моркови, лука) при озонировании воздуха в хранилище [5, 4, 9].

В настоящее время наблюдается резкое увеличение потребности в озоне, однако широкое использование озона в сельскохозяйственной отрасли ограничивается высокими затратами энергии на его производство, так как энергетический КПД применяемых озонаторов пока невелик: сказывается неподготовленность обслуживающего персонала, стагнация технологии хранения и других скрытых препятствий, существующих в сельскохозяйственном производстве. Хотя возможности получения озона были открыты более 150 лет назад, озонирование применяется лишь последние 50-80 лет. К сожалению, на текущий момент в Чувашской Республике, ввиду неблагоприятной экономической ситуации, озон мало используется при хранении сельскохозяйственной продукции [6, 12, 13].

Также особо следует отметить небольшой срок работы озонаторных установок, который предопределяется их эксплуатацией. Электроды работают в условиях воздействия электрических полей повышенной напряженности ионизирующих излучений, а для хранилищ овощей дополнительным фактором снижения показателей является повышенная влажность.

Некоторые исследователи утверждают, что озонирование будет более эффективным в случае смешения озона с влажным воздухом. Другие имеют диаметрально противоположное мнение. Они утверждают, что влажность воздуха при определенных величинах отрицательно влияет на процесс озонирования. Перед озонатором желательнее установить осушитель воздуха (картридж, наполненный обычным силикагелем). Подача влажного воздуха в озонатор, даже с нормальной влажностью в 30-40 %, снижает на 20-50 % номинальную производительность озонатора. При этом образуется азотная кислота, разрушающая озонатор.

Таблица 1 – Режим хранения овощей и картофеля

Продукция	Температура,	Относительная влажность воздуха, %	Сроки хранения, мес.
Капуста белокочанная	0 – (-1)	90 – 95	8
Морковь	0 – (+1)	85 – 95	3-7
Свекла	0 – (+2)	85 – 95	3-7
Картофель (основной период)	2 – (+5)	85 – 95	5-8

Есть мнение, что необходимо осушить воздух в хранилище, что, на наш взгляд, недопустимо, так как при этом нарушается состояние воздушной среды, которое уже не соответствует агротехническим требованиям, предъявляемым к влажности воздуха при хранении овощей и корнеклубнеплодов. Например, в соответствии с агротехническими требованиями (см табл. 1) при хранении картофеля нельзя снижать влажность воздуха ниже 80-85 % и т.д.

При хранении используются также специальные холодильники. Наиболее требовательна к влажности воздуха капуста, корнеплоды – в меньшей степени.

Также следует учесть принятые нормы естественной убыли продукции в хранилищах с искусственным охлаждением (табл. 2).

Естественная убыль – это потеря массы стандартной продукции при оптимальном режиме хранения вследствие испарения части клеточной влаги и частичного ее расхода на дыхание органических веществ.

Размер естественной убыли зависит от качества продукции и условий хранения. Данные по естественной убыли качественного картофеля приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Нормы убыли для расчёта естественной убыли картофеля в картофелехранилище с искусственным охлаждением*

Месяцы хранения	Нормы убыли за месяц		Остаток продукции на конец месяца*, т
	%	T*	
Сентябрь	1	11,5	1136,0
Октябрь	0,6	6,8	1129,2
Ноябрь	0,6	6,8	1122,4
Декабрь	0,5	5,6	1116,8
Январь	0,5	5,6	1111,2
Февраль	0,5	5,6	1105,7
Март	0,5	5,5	1100,2
Апрель	0,8	8,8	1091,4
Всего	5	56,1	

*За период с сентября по апрель естественная убыль картофеля составила 5% (56,1 т) от первоначальной массы (1147,5 т).

Указанные варианты хранения (табл. 2) возможны для качественно собранного, здорового урожая.

Экспериментальные исследования проводились в овощехранилище ФГБОУ ВО «Чувашская ГСХА», а также в других регионах с использованием озонаторов, разработанных в ООО «Озон Технолоджис».

Анализ результатов проведенных исследований в производственных условиях Поволжья показывает, что при хранении продукции в овощехранилищах высоки ее потери в случае отсутствия автоматизации процесса, обеспечивающего необходимый микроклимат в помещении. Проведенный краткий анализ традиционной технологии хранения показал, что большинство хозяйств не использует озонирование – многие относятся к нему скептически.

Такой подход, на наш взгляд, вызван рядом обстоятельств, одним из которых является **разночтение в рекомендациях** по использованию озона в овощехранилищах.

Для каждого хранилища требуется индивидуальный подбор оборудования с учетом выше обозначенных факторов (см. табл. 2, 3, 4) и возможных дополнительных критериев.

Таблица 2 – Рекомендуемые параметры озонирования для хранения некоторых популярных овощей и фруктов (концентрация озона может составлять 3-20 мг/м³)

Название овоща или фрукта	Продолжительность озонирования, ч/сут	Периодичность озонирования	Оптимальная концентрация озона в воздухе, мг/куб.м
Виноград	3	Три раза в неделю	3...8
Капуста	4	Одна обработка в неделю	7...13
Лук	3	Две обработки в месяц (по 2 дня подряд)	16...20
Морковь	4	Один раз в месяц (3 дня подряд)	5...15
Салат	2	Четыре обработки в неделю	9...12
Чеснок	5	Два раза в неделю	9...14
Яблоки	5	Два раза в неделю	4...9

Вот некоторые цифры, характеризующие процесс обеззараживания овощей и фруктов с помощью озона:

- оптимальная концентрация озона в воздушной среде помещения для проведения дезинфекции овощехранилища, а также овощей и фруктов составляет 5 - 10 мг/куб.м;
- время работы генератора для достижения необходимой концентрации озона в овощехранилище составляет от 2 до 4 часов;
- озонировать овощехранилище рекомендуется 1 - 2 раза в сутки.

Рассмотрим рекомендуемые параметры озонирования для хранения овощей и фруктов [11]

При дезинфекции помещения концентрация озона может составлять 3-20 мг/м³, поэтому она производится в отсутствие людей (ПДК в воздухе рабочей зоны составляет 0,1 мг/м³). Однако опасность озона не следует преувеличивать: молекула О₃ очень неустойчива (период полураспада при комнатной температуре составляет 20-30 минут). После прекращения работы озонатора озон быстро самораспадается. Для поддержания данного процесса необходимо лишь соблюдать выдержку помещения при отсутствии людей (2-3 часа) или проветрить помещение (15-30 минут).

Таблица 3 – Период распада озона до допустимой концентрации [15]

Объем помещения, м ³	10			100		
	10%	20%	30...70%	10%	20%	30...70%
Влажность воздуха при t=23°C	10%	20%	30...70%	10%	20%	30...70%
Время распада озона до величины ПДК, мин	54	53	52	42	41	40
Объем помещения, м ³	500			1000		
	10%	20%	30...70%	10%	20%	30...70%
Влажность воздуха при t=23°C	10%	20%	30...70%	10%	20%	30...70%
Время распада озона до величины ПДК, мин	31	30	29	26	25	24

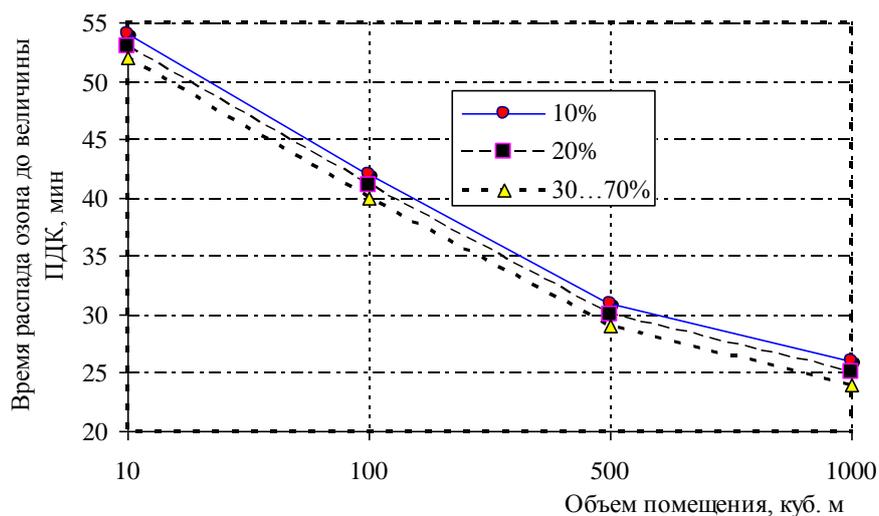


Рис. 1. Время распада озона до величины ПДК в зависимости от влажности воздуха при температуре $t=23^{\circ}\text{C}$ в помещении

Анализ рисунка 1 показывает, что период распада озона невелик: в помещении небольшого размера озон условно исчезнет примерно в течение чуть меньше часа. При этом следует отметить, что, чем больше объем помещения, тем меньше времени требуется для распада озона (объяснение подобной зависимости в исследовательской литературе отсутствует). В то же время распад озона также зависит от влажности, которая влияет на суточные условия хранения.

Период полураспада озона в воздухе в основном зависит от его температуры, что подтверждают данные, представленные в таблице 4. На это следует обратить особое внимание, так как в хранилищах поддерживается почти нулевая температура [3].

Данные, представленные в таблице 4, интересны тем, что позволяют ориентировочно определить период самораспада озона в хранилище при температуре ноль градусов без учета влажности воздуха, но, к сожалению, значительно расходятся с данными таблицы 3.

Очевидно, что анализ данных, представленных в таблицах 2, 3, 4, позволяет говорить о разночтениях, существующих в работах ученых, анализирующих продолжительность распада озона. В связи с этим также следует обратить внимание на различные рекомендации по обработке помещений, а именно, хранилищ.

Таблица 4 – Период самораспада озона по источнику [18]

Температура воздуха, °С	Период полураспада	Время, мин (Перевод автора статьи)
-50	3 месяца	131040
-35	18 дней	25920
-25	8 дней	11520
20	3 дня	4320
120	1.5 часа	90
250	1.5 секунды	0,025

В связи с этим нами были проведены экспериментальные исследования с различными вариантами настройки автоматической системы включения озонатора в течение суток. Также в овощехранилищах использовались разные способы озонирования. В некоторых из них осуществлялась заблаговременная подготовка системы вентиляции до закладки овощей на хранение. В соответствии с заданием заказчиков был проведена модернизацию системы подачи воздуха, а также дополнительно предусматривалась возможность озонирования.

Рекомендации по размещению озонаторов и контролю их работы были уже предложены в научных работах В. В. Белова [4, 5, 9].

Исследования, проведенные также и другими учеными, подтвердили, что озон устраняет запахи и сохраняет внешний вид продукта.

Во время экспериментальных исследований озонирование проводилось в хранилищах, где влажность составляла около 70-80 %, а также в мелких фермерских хозяйствах, где она была достаточно высока. Максимально высокая влажность наблюдалась в полузаглубленном хранилище овощей и картофеля, где вода постоянно капала с потолка.

Периодичность озонирования настраивалась таймером.

По результатам экспериментальных исследований можно сделать вывод о том, что длительное включение озонатора не всегда эффективно, поскольку при этом уменьшается срок службы платин ввиду их нагрева.

На основе проведенных экспериментальных исследований можно рекомендовать периодическое многократное включение озонатора в течение суток, что противоречит данным, представленным в таблице 2. С другой стороны, озон постоянно распадается и в течение всего периода требуется поддержание необходимой его концентрации.

Потери при хранении сельскохозяйственной продукции с использованием озонирования овощехранилищ снижаются с 30-40 % до 5-10% при условии наличия активной системы вентилирования. Как показали предварительные расчеты, окупаемость овощехранилищ с автоматизированной системой вентиляции и подачи озона при грамотной эксплуатации в среднем составляет не более 2,5 лет.

В 2015 г. озонирование проводили в хранилище, где овощи, особенно морковь, уже начали покрываться плесенью и грибковой микрофлорой. Даже в этом случае на стадии критических условий хранения удалось спасти урожай, но при этом озонатор работал по 3-4 часа ежедневно с однократным включением в сутки. Он действовал в усиленном режиме, и по истечении 4-6 дней плесень и грибки начали погибать. Их слой (толщина) значительно уменьшился, и была обеспечена стабильная сохранность картофеля, моркови и капусты [5, 9].

Следует также отметить, что срок службы платин озонатора снижается из-за перегрева при длительном включении в помещениях с высокой влажностью. В связи с указанными обстоятельствами рекомендуется уменьшить длительность работы озонатора за один цикл, то есть включать озонатор на 5-10 минут каждый час. Данные рекомендации, конечно же, следует корректировать в зависимости от объема помещения и производительности озонатора. Проведенные экспериментальные исследования процесса хранения овощей в зимний период 2014-2018 гг. показали, что озонирование помещений повышает сохранность овощей.

Выводы.

Применение озона обеспечивает сохранность убранных урожая даже при отсутствии отдельного хранения картофеля. Озонирование воздуха, подаваемого совместно с вентилируемым, позволяет приостановить процесс распространения грибковых заболеваний и плесневения овощей и корнеклубнеплодов в период их хранения. Рекомендуется ограничить длительность работы озонатора за один цикл включения – выключения в пределах суммарного времени до 10 мин в час, сохранив при этом суммарную суточную продолжительность работы озонатора, позволяющую обеспечить требуемую концентрацию озона в хранилище. Такой подход к озонированию повысит срок службы и эффективность работы озонатора.

Литература

1. Белов, В. В. Озонирование в овощехранилище малых форм хозяйствования / В. В. Белов, А. Ю. Маткин, М. А. Семенова // Путь науки. –2017.– № 12 (46). — С. 8-11.

2. Белов, В. В. Параметры системы копирования рельефа поля, повышающие эффективность капустоуборочной машины: автореферат дис. ... канд. техн. наук.– Ленинград – Пушкин: СЗ НИИМЭСХ НЗ РСФСР, 1989. – 16 с.
3. Белов, В. В. Периодичность озонирования при хранении овощей и корнеклубнеплодов / В. В. Белов [и др.] // Аллея Науки. – 2018. – №7 (23). [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://alley-science.ru/domains_data/files/467july2018/periodichnost%20ozonirovaniya%20pri%20hraneni%20ovoshey%20i%20korneklubneplo dov.pdf.
4. Белов, В. В. Проблемы сохранения качества урожая хмеля / В. В. Белов, Р. В. Гасанов // Аллея Науки. – 2018. – №7 (23). [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://alley-science.ru/domains_data/files/25july2018/problemy%20sohraneniya%20kachestva%20urozhaya%20hmelya.pdf.
5. Белов, В. В. Проблемы хранения овощей в хозяйствах / В. В. Белов, А. Ю. Маткин, М. А. Семенова // Современное состояние и перспективы развития науки, техники и образования: материалы Всероссийской научно–практической конференции. – Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т, 2018. – С. 24-30.
6. Белов, В. В. Проект развития сельскохозяйственного предприятия / В. В. Белов, С. В. Белов, О. В. Белова // Экономика и управление в XXI веке: актуальные вопросы, достижения и инновации: монография. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2017. – С. 81-92.
7. Белов, В.В. Результаты исследования технологии энергетической утилизации подстилочного помета птицы / В. В. Белов, А. Н. Иванов // Современное состояние и перспективы развития науки, техники и образования: материалы Всероссийской научно – практической конференции. – Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т, 2018. – С. 17-24.
8. Белов, В. В. Современные информационные технологии в обучении будущих бакалавров / В. В. Белов, Н. Н. Белова, С. В. Белов // Образование и педагогические науки в XXI веке: актуальные вопросы, достижения и инновации. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2017. – С. 179-189.
9. Белов, В. В. Состояние и проблемы хранения убранных урожая / В. В. Белов, А. Ю. Маткин, Н. Н. Белова // Известия Международной академии аграрного образования. – 2017. – № 33. – С. 5-10.
10. Городков, В. П. Тенденции развития конструкций машин для уборки кочанной капусты (отечественный и зарубежный опыт) / В. П. Городков, Н. В. Романовский, В. А. Хвостов. – М.: ЦНИИТЭИ тракторсельхозмаш, 1982. – 26 с.
11. Дезинфекция овощехранилищ с помощью озона и УФ-излучения. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.infrost.com.ua/articles/vegetable_storage/ozone_UF.html.
12. Захаров, А.И. Факторы повышения эффективности производства хмеля в региональном АПК / А. И. Захаров, А. Е. Макушев, В. В. Белов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2017. – № 36 (2017). – С. 161-166.
13. Захаров, А.И. Эффективность интенсификации хмелеводства / А. И. Захаров, В. В. Белов, А. Е. Макушев // Известия Международной академии аграрного образования. – 2018. – № 39. – С. 112-117.
14. Маткин, А.Ю. Проблемы хранения овощей в Чувашской Республике / А. Ю. Маткин, М. А. Семенова, В. В. Белов // Молодежь и инновации: Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. – Чебоксары: ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА, 2017. – С. 195-199.
15. Методические указания по применению озонаторов воздуха «Озон-01П», «Озон-5П», «Озон-60П1», «Озон-90П» для обработки замкнутых объемов (помещений, боксов, холодильных камер и т.д.). [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.ptso.ru/i/useruploads/files/ozonator_metodika.pdf.
16. Путин запретил импорт сельхозпродукции из стран, принявших санкции против России. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.infox.ru/news/194/social/society/134399-putin-zapretit-import-selhozprodukcii-iz-stran-prinavsih-sankcii-protiv-rossii>.
17. Самораспад озона в воздухе [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.waterline.ru/svoistva-ozona/samoraspad-ozona-v-vozduxe>.

Сведения об авторах

1. **Белов Валерий Васильевич** доктор технических наук, профессор, кафедра механизация, электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства, эксперт-техник, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, г. Чебоксары, e-mail: belovdtn@gmail.com, тел 8-8352-62-23-34;
2. **Маткин Александр Юрьевич**, аспирант, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, г. Чебоксары, e-mail: proelteh@ya.ru;
3. **Гасанов Роман Вагифович**, начальник отдела ООО НПП «Коммунал-Сервис», г. Чебоксары, e-mail: komoestas@yandex.ru
4. **Белова Надежда Николаевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры математики, физики и информационных технологий, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, г. Чебоксары, e-mail: bnn.belova@yandex.ru.

PROBLEMS OF ELECTROOZONIZATION OF STORAGE FACILITIES

V.V. Belov¹, A.Yu. Matkin¹, R.V. Gasanov², N.N. Belova¹¹Chuvash State Agricultural Academy
Cheboksary, Russian Federation²ООО, NPP KOMMUNAL-SERVIS,
428000, Cheboksary, Russian Federation

Abstract: The paper analyzes the properties of ozone, its main characteristics and use in the storage of vegetable crops. It also explores the peculiarities of growing and storing vegetable products. The method of ozonization of storage facilities is suggested to increase the preservation of products. Recommendations on the use of ozonizers suggested by different authors in their works are considered, their contradictions are revealed. The results of our own experimental studies are also given. Based on them, the authors recommend reducing the working cycle of the ozonizer, while maintaining the total daily duration of its operation. It was found that ozonization reduces the molding of vegetables and root crops during storage and the distribution of fungal diseases, putrefactive microorganisms.

Key words: ozonization, vegetables, storage, preservation, ventilation, microclimate, working cycle, ozonizer.

References

1. Belov, V. V. Ozonirovanie v ovoshchekhranilishche malyh form hozyajstvovaniya / V. V. Belov, A. Yu. Matkin, M. A. Semenova // Put' nauki. – 2017. – № 12 (46). — P. 8-11.
2. Belov, V. V. Parametry sistemy kopirovaniya rel'efa polya, povyshayushchie ehffektivnost' kapustoborochnoj mashiny: avtoreferat dis. ... kand. tekhn. nauk.– Leningrad – Pushkin: SZ NIIMEHSKH NZ RSFSR, 1989. – 16 p.
3. Belov, V. V. Periodichnost' ozonirovaniya pri hranenii ovoshchej i korneklubneplodov / V. V. Belov [i dr.] // Alleya Nauki. – 2018. – №7 (23). [Electronic resource]. – Access mode: http://alley-science.ru/domains_data/files/467july2018/periodichnost%20ozonirovaniya%20pri%20hranenii%20ovoshey%20%20i%20korneklubneplodov.pdf.
4. Belov, V. V. Problemy sohraneniya kachestva urozhaya hmelya / V. V. Belov, R. V. Gasanov // Alleya Nauki. – 2018. – №7 (23). [Electronic resource]. – Access mode: http://alley-science.ru/domains_data/files/25july2018/problemy%20sohraneniya%20kachestva%20urozhaya%20hmelya.pdf.
5. Belov, V. V. Problemy hraneniya ovoshchej v hozyajstvah / V. V. Belov, A. YU. Matkin, M. A. Semenova // Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya nauki, tekhniki i obrazovaniya: materialy Vserossijskoj nauchno–prakticheskoy konferencii. – Cheboksary: Chuvash. gos. ped. un-t, 2018. – P. 24-30.
6. Belov, V. V. Proekt razvitiya sel'skohozyajstvennogo predpriyatiya / V. V. Belov, S. V. Belov, O. V. Belova // Ekonomika i upravlenie v XXI veke: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovacii: monografiya. – Penza: MCNS «Nauka i Prosveshchenie», 2017. – P. 81-92.
7. Belov, V.V. Rezul'taty issledovaniya tekhnologii ehnergeticheskoy utilizacii podstilochnogo pometa pticy / V. V. Belov, A. N. Ivanov // Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya nauki, tekhniki i obrazovaniya: materialy Vserossijskoj nauchno–prakticheskoy konferencii. – Cheboksary: Chuvash. gos. ped. un-t, 2018. – P. 17-24.
8. Belov, V. V. Sovremennye informacionnye tekhnologii v obuchenii budushchih bakalavrov / V. V. Belov, N. N. Belova, S. V. Belov // Obrazovanie i pedagogicheskie nauki v XXI veke: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovacii. – Penza: MCNS «Nauka i Prosveshchenie», 2017. – P. 179-189.
9. Belov, V. V. Sostoyanie i problemy hraneniya ubrannogo urozhaya / V. V. Belov, A. Yu. Matkin, N. N. Belova // Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. – 2017. – № 33. – P. 5-10.
10. Gorodkov, V. P. Tendencii razvitiya konstrukcij mashin dlya uborki kochannoj kapusty (otechestvennyj i zarubezhnyj opyt) / V. P. Gorodkov, N. V. Romanovskij, V. A. Hvostov. – M.: CNIITEH|traktorsel'hozmash, 1982. – 26 p.
11. Dezinfekciya ovoshchekhranilishch s pomoshch'yu ozona i UF-izlucheniya. [Electronic resource]. – Access mode: http://www.infrost.com.ua/articles/vegetable_storage/ozone_UF.html.
12. Zaharov, A.I. Faktory povysheniya effektivnosti proizvodstva hmelya v regional'nom APK / A. I. Zaharov, A. E. Makushev, V. V. Belov // Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. – 2017. – № 36 (2017). – P. 161-166.
13. Zaharov, A.I. Effektivnost' intensivizacii hmelevodstva / A. I. Zaharov, V. V. Belov, A. E. Makushev // Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. – 2018. – № 39. – P. 112-117.
14. Matkin, A.Yu. Problemy hraneniya ovoshchej v Chuvashskoj Respublike / A. Yu. Matkin, M. A. Semenova, V. V. Belov // Molodezh' i innovacii: Materialy XIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenyh, aspirantov i studentov. – Cheboksary: FGOBU VO Chuvashskaya GSKHA, 2017. – P. 195-199.
15. Metodicheskie ukazaniya po primeneniyu ozonatorov vozduha «Ozon-01P», «Ozon-5P», «Ozon-60P1», «Ozon-90P» dlya obrabotki zamknutyh ob'emov (pomeshchenij, boksov, holodil'nyh kamer i t.d.). [Electronic resource]. – Access mode: http://www.ptso.ru/i/useruploads/files/ozonator_metodika.pdf.

16. Putin zapretit import sel'hozprodukcii iz stran, prinyavshih sankcii protiv Rossii. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.infox.ru/news/194/social/society/134399-putin-zapretit-import-sel'hozprodukcii-iz-stran-prinavsih-sankcii-protiv-rossii>.

17. Samoraspad ozona v vozduhe [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.waterline.ru/svoistva-ozona/samoraspad-ozona-v-vozduhe>.

Information about the authors

1. **Belov Valeriy Vasilyevich**, Doctor of Technical Sciences, expert-technician, professor of the Department of Mechanization, Electrification and Automation of Agricultural Production, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marx Str., 29; e-mail: belovdtn@gmail.com, tel 8-8352-62-23-34;

2. **Matkin Aleksandr Yuryevich**, post-graduate student of the Department of Mechanization, Electrification and Automation of Agricultural Production, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marx Str., 29, 29; e-mail: npoelteh@ya.ru;

3. **Gasarov Roman Vagifovich**, department head of Kommunal-Servis, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary; e-mail: komoestas@yandex.ru;

4. **Belova Nadezhda Nikolaevna**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, Physics and Information Technology, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marx Str., 29; e-mail: bnn.belova@yandex.ru.

УДК 637.133.1

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМА И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЖИДКОСТЕЙ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

П.В. Зайцев, С.П. Зайцев, Н.П. Зайцева

*Чувашская государственная сельскохозяйственная академия
428003, Чебоксары, Российская Федерация*

Аннотация. Важным резервом повышения эффективности производства животноводческой продукции является использование прогрессивных технологий, высокопроизводительных средств и внедрение рациональных технических решений. В связи с этим наиболее эффективными, рациональными и перспективными методами интенсификации технологических процессов в животноводстве являются способы, основанные на применении энергии электромагнитного поля (ЭМП). Только целенаправленное воздействие электромагнитным полем на биообъект, синхронизированное с биологически активной частотой с учетом особенностей биообъектов, позволяет решить круг задач, имеющихся в животноводстве.

Предложена разработанная технологическая линия измерения объема и обеззараживания жидкостей, в частности молока, путем воздействия на них электромагнитного поля высокой частоты. В экранированном корпусе расположены опрокидывающиеся радиопрозрачные двухмерные ковши и чередующиеся по полярности электроды и датчики, фиксирующие объем жидкости, причем двухкамерные ковши расположены между электродами, выполненными в виде сегментов. Данная линия позволяет вести подсчет объема молока и обеззараживать его.

Ключевые слова: электромагнитное поле, радиопрозрачный материал, обеззараживание молока, изоляторы, электроды, высокочастотный генератор.

Введение. Коров для машинного доения отбирают по морфологическим признакам вымени и функциональным свойствам молокоотдачи. К основным функциональным свойствам относят: соотношение удоев из передних и задних четвертей вымени, скорость доения и «частоту» выдаивания. Для оценки функциональных свойств молока необходимо иметь доильный аппарат ДАЧ-1 для раздельного выдаивания четвертей вымени коровы. Аппарат ДАЧ-1 подсоединяют в линию перед молокопроводом или доильным ведром. После подключения четвертого доильного стакана в работу включают пульт управления.

Молоко поступает в приемную камеру 2 и отделяется от воздуха, который отсасывается по выравнивающей трубе 1 и сливается в одну из камер ковша. При наборе 50 г молока ковш опрокидывается, подставляя под струю молока вторую камеру. Магнит в момент опрокидывания замыкает контакт датчика, и сигнал поступает в блок памяти пульта управления. Во время дойки в блоке памяти отдельно фиксируются количество и время надоя, а также время доения по каждой доле вымени. При интенсивности доения менее 50 г за 30 с из любой доли отсчет времени прекращается. По окончании отсчета времени доения всех долей загорается световой индикатор. В этот момент нажимают кнопку «додаивание» на пульте управления и начинают операцию машинного додаивания. Отсчет времени по всем долям возобновляется, и световой индикатор горит мигающим светом. При вторичном снижении интенсивности доения (менее 50 г за 30 с по всем долям) световой индикатор опять загорается постоянным светом, что означает окончание доения. В этот