



УДК 631.563.2:546.214:542.943.5+537.562:537.568

К.Н. БУХАНЦОВ, младший научный сотрудник отдела электроэнергетики
ГНУ Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ СУШКИ ЗЕРНА, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ЭЛЕКТРОАКТИВИРОВАННЫЙ ВОЗДУХ РАЗНОГО СОСТАВА (обзор, часть 2)

В статье предложено разделение способов сушки по видовому составу содержащихся в теплоносителе продуктов газового разряда. Проанализированы основные показатели эффективности и недостатки технологий снижения влажности зерна, в которых в качестве агента сушки используется воздух, прошедший обработку в газовых разрядах (в коронном, барьерном) и имеющий разный состав электроактивированных частиц (озон, аэроионы или их смеси). Оценены возможности применения рассматриваемых электрофизических способов удаления влаги в производственных условиях и сделан вывод о том, что из них наиболее выгодно использование озонозооносушилки.

Ключевые слова: озонозооносушилка, обеззараживание зерна, барьерный озонатор, коронный озонатор, энергетические затраты, влажность зерна.

The author offers the idea of separation of drying methods according to the composition of the gas discharges which are contained in the coolant heat-carrying agent. Both the main efficiency indexes and some disadvantages of the methods of grain humidity decreasing have been analyzed, where as a drying agent is used air treated in the gas discharges (in the corona or barrier) and having the different composition of electro-activated particles (ozone, air-ions, and their mixtures). The potentialities of using these electro-physical methods of humidity removing in the production conditions are evaluated and it is concluded that it is the most profitable to use the ozone-air dryer.

Key words: ozone-air mixture, ozone air ion mixture, air ion mixture, heat-carrying agent, grain drying, grain dryer, grain disinfection, barrier ozonizer, corona ozonizer, expenditure of energy, grain humidity

Генераторы для производства нейтральных по электрическому заряду озонозооносушилок (барьерные озонаторы), используемые в химической промышленности и отраслях водоподготовки и водочистки [1-3], работают в основном на чистом кислороде или, в более редких случаях, на очищенном от загрязнений осушенном воздухе. Предъявление и обеспечение такого уровня требований к качеству газового сырья для озонаторов, применяемых в агропромышленном комплексе страны, является нецелесообразным из-за существенного повышения себестоимости производства самого озона и технологических операций, в которых он используется, а также из-за конструктивного усложнения и удорожания сельскохозяйственного оборудования, в состав которого эти озонаторы включены. В связи с этим, поскольку величины концентраций озона, применяемых в технологических процессах АПК, по сравнению с другими отраслями производства, небольшие, то для их получения не нужно высокое качество подготовки воздуха, поступающего на озонирование. Поэтому ряд требований к условиям работы озонаторного оборудования в сельском хозяйстве смягчается или снимается вовсе.

Большинство известных технологий снижения влажности зерна озонозооносушилками могут реализовываться на базе практически всех типов промышленных сушильных установок периодического и непрерывного действия, в которых высушиваемый зерновой материал находится в плотном слое (в буртах, силосах, бункерах активного вентилирования, в рециркуляционных и прямоточных колонко-

вых, с коробами и жалюзийных сушилках, а также некоторых других).

Величины концентраций озона в воздухе при выполнении технологического процесса необходимо контролировать и, в случае отклонения параметра от рекомендованных значений, принимать меры для восстановления требуемого уровня концентраций O_3 и поддержания его постоянным на протяжении всего процесса снижения влажности. Это позволит сохранить высокую эффективность обработки зерна (сушки, обеззараживания, стимулирования посевных свойств и др.) озонозооносушилками при колебаниях исходных параметров (влияющих на синтез O_3) атмосферного воздуха, поступающего на озонирование в барьерный разряд, при выходе из строя отдельных газоразрядных элементов озонатора, а также при изменении оператором технологических параметров воздуха в процессе перенастройки установки на другой режим обработки зернового сырья.

Разработано много способов измерения концентрации озона в газовых средах (хемилюминесцентный, йодометрический, фотометрический, диэлектрический и др.), из которых наиболее широкое использование имеет йодометрический метод [4-6], рекомендованный ГОСТ Р 51125-98 и признанный эталонным. Этот способ озониметрии применяется для определения содержания O_3 в технологическом воздухе в производственных установках и в ходе научных исследований разных машин и реализуемых в них озонных технологий, при поверке, градуировке и испытании озонаторов, электрофильтров, сварочного и другого высоковольтного оборудования, а



также приборов для измерения концентрации озона.

Существующие приборы, используемые для контроля содержания озона в газовых средах на входе в технологический процесс и на выходе из него (в отработанном воздухе), так же как и счетчики аэроионов, являются весьма дорогостоящими и требовательными к условиям эксплуатации, с той лишь разницей, что из-за большей стойкости озона, как химического вещества, к воздействию на него разрушающих факторов, не требуется постоянное измерение его концентрации в ОВС для корректировки производительности озонатора, что обеспечивает более щадящий режим работы и длительный срок службы измерительного оборудования.

Кроме того, устройства для определения концентраций озона в газовых смесях более точны, компактны, просты и удобны при монтаже и стыковке с воздуховодами промышленных установок для обработки зерна, чем измерители концентраций аэроионов.

Выявленные в ходе проведенного многоаспектного анализа недостатки существующих способов сушки зерна и семян сельскохозяйственных культур озонородными смесями, которые могли бы оказать серьезное препятствие для производственного использования озона в АПК и пищевой промышленности, в большинстве своем устранимы. Некоторые из перечисленных проблем, связанных с практическим применением озонородных технологий, на настоящий момент либо уже решены, либо их отрицательное влияние на экологию, человека, работу оборудования и эффективность выполнения процессов, а также на качество исходного сырья и конечного продукта минимизировано. Выполнено это за счет применения определенного перечня технико-технологических ограничений, учитывающих свойства озона и особенности его реакций при разработке, исследовании, проектировании и использовании процессов и машин, включающих в себя операцию озонирования воздуха, обработку этим воздухом сельхозматериалов и оборудование для получения ОВС.

Таким образом, большинство известных способов снижения влажности зерна электроактивированным воздухом, обогащенным озоном, при всех своих недостатках, практически без доработки, готовы к внедрению в сельскохозяйственное производство даже не смотря на меньший достигаемый уровень повышения эффективности процесса чем в способах сушки аэроионо-воздушными смесями.

Из числа способов снижения влажности зерна электроактивированным воздухом, обогащенным озоном, нами предлагается выделить в самостоятельную классификационную группу те из них, в которых для обработки (обезвоживания) зерновых материалов используются озон-аэроионные воздушные смеси [7-9].

Длительное время этот вид способов сушки относился к озонородным, поэтому в известных на настоящее время публикациях по данной проблематике (о которых точно можно сказать, что они содержат в себе результаты исследований процессов удаления влаги из зерна воздухом, обогащенным

смесью озона и аэроионов) всегда используется понятие «озонородная смесь», а для количественной характеристики содержания электроактивированных компонентов в воздухе применяется только параметр концентрации озона без упоминания о концентрации аэроионов, что является неверным и вносит существенную путаницу в режимы обработки и оценочные характеристики анализируемых способов снижения влажности зерна. В связи с этим, в своей статье, анализируя вышеназванные исследования, мы будем называть, описанные в них способы сушки зерна, с использованием терминов введенных в рамках предлагаемой нами классификации [10, рис.1].

Перечислим основные отличительные признаки способов сушки зерновых материалов озонородными воздушными смесями и нейтральным по электрическому заряду озонированным воздухом, чтобы обосновать необходимость их разделения между собой на разные группы.

Существует мнение [11], что процессы снижения влажности зерна «озонородными смесями», полученными в коронном и барьерном разряде, по эффективности не отличаются друг от друга. Для опровержения этого утверждения сравним показатели эффективности процессов сушки зерна, представленные в [10, табл.1]. Как можно видеть из анализа работ Глушенко Л.Ф. и Глушенко Н.А., среди исследованных ими режимов обработки влажного зернового сырья электроактивированным воздухом, обогащенным озоном и аэроионами, найдены такие режимы, при которых величина снижения продолжительности процесса сушки имеет значение больше чем сумма аналогичных показателей для озонородного и аэроионо-воздушного способов удаления влаги. Это свидетельствует не только о сложении механизмов интенсификации процессов теплопереноса в зерне, вызванных в отдельности воздействием озона и аэроионов, но и о появлении в них (в механизмах) новых движущих сил, обусловленных использованием для сушки воздуха со смесью электроактивированных частиц.

В исследованиях Ксенза Н.В. результативность сушки озон-аэроионными воздушными смесями по показателю снижения продолжительности процесса несколько ниже, чем у Глушенко Л.Ф. и Глушенко Н.А., но все равно для большинства полученных режимов он превышает лучшие аналогичные показатели, характерные для способа озонородной сушки зерна [12]. Имеющееся снижение эффективности процесса связано с намеренным уменьшением содержания аэроионов в технологическом воздухе, которое происходит в озонаторе коронного разряда специально разработанной конструкции [13]. Необходимость этого связана с тем, что при проведении процесса сушки концентрация аэроионов в воздухе не контролируется, а при определенном количестве содержания ионов в единице объема теплоносителя они способны вызывать стимулирование роста и развития плесневых грибов и бактерий, содержащихся в зерне, что недопустимо, так как вызовет ухудшение качества обрабатываемого материала. Для снижения риска подобного негативного влияния аэроионов на зерно, в случаях когда отсутствует кон-



троль за их концентрацией в ходе обработки, как раз и выполняется искусственное уменьшение содержания аэроионов в агенте сушки еще на стадии их электросинтеза (в работах Ксенза Н.В.).

Таким образом, повышение показателей эффективности процесса является характерным признаком способов сушки зерна озono-аэроионными воздушными смесями, выделенных нами в самостоятельную классификационную группу [10, рис.1], по сравнению со способами озonoвоздушного и аэроионо-воздушного удаления влаги.

Из вышесказанного вытекает еще несколько отличительных черт новой группы рассмотренных способов сушки от озonoвоздушных.

Во-первых, это необходимость использования для получения озono-аэроионных воздушных смесей озонаторов коронного или поверхностного барьерного разряда с электродами не покрытыми диэлектриком, в то время как для синтеза ОВС применяются только озонаторы объемного барьерного разряда. В описаниях ряда работ [7, 9 и др.] говорится, что для сушки зерна в них используется озонированная воздушная среда и при этом не упоминается о содержании в этой среде ионизированных молекул газов. В то же время известно, что генераторами озона, применяемыми в данных способах, являются коронные озонаторы, в которых, согласно многочисленных исследований, наряду с озонem, вырабатывается технологически существенное количество аэроионов [14, 15], положительное влияние которых на процесс сушки, даже при намеренном снижении их содержания в воздухе [13], полностью не исключается [16]. Поэтому правомерно говорить об использовании в процессах удаления влаги в этих случаях именно воздуха, обогащенного и озонem и аэроионами.

Во-вторых, при сушке озono-ионными воздушными смесями, в отличие от озonoвоздушных, необходимо контролировать фитосанитарное состояние обрабатываемого зерна, особенно в случаях его слабой и средней начальной зараженности бактериозами и плесневыми грибами (что в условиях современного АПК представляет собой повсеместно распространенное явление), так как наличие в озонированном агенте сушки определенного уровня концентраций аэроионов, по данным в том числе наших исследований [17], способно стимулировать рост и развитие возбудителей болезней зерна, усугубляя его зараженность. Недопущение ухудшения фитосанитарного состояния высушиваемого зернового сырья является общим требованием к процессам снижения влажности электроактивированным воздухом, обогащенным озонem и аэроионами, и ионизированным воздухом, в то время как для способов сушки ОВС это в меньшей степени актуально, поскольку в их теплоносителе аэроионов нет, а озон в концентрациях, используемых для сушки [10, табл.1], вредную микрофлору, содержащуюся в зерне, ингибирует.

В-третьих, отличием способов снижения влажности зерна озono-аэроионными воздушными смесями от озonoвоздушных является возможность увеличения их температуры нагрева выше установленного для ОВС уровня в 35-40⁰С и получения при

этом роста интенсивности сушки [7], а не его снижения [18].

Теперь рассмотрим достоинства и недостатки, а также особенности осуществления способов сушки зерна, относящихся к новой классификационной группе.

Из компонентов озono-аэроионных воздушных смесей наиболее требовательным к состоянию слоя, в котором материал находится в процессе сушки, является озон, поэтому реализация способов снижения влажности данным видом ЭАВ будет происходить только в плотном толстом слое зерна. Это позволит обеспечить наиболее полное (наравне с аэроионами) поглощение озона зерновым материалом и тем самым будет способствовать максимальной интенсификации процессов удаления влаги из зерна при минимальных энергозатратах и достижении концентрации О₃ в отработанном агенте сушки, соответствующей требованиям экологической безопасности и разрешенной к выбросу в атмосферу.

Содержание озона, не смотря на третье отличие, все-таки должно накладывать ограничение на температуру нагрева озono-аэроионных воздушных смесей, используемых для сушки, также как и у ОВС, которая не должна превышать 35-40⁰С. Это предотвратит термическое разрушение озона и связанное с ним снижение эффективности процесса удаления влаги, а в перспективе позволит разработать режимы сушки, которые будут обеспечивать суммарный и даже превышающий сумму эффект энергосбережения и интенсификации процессов теплообмена [7], обусловленный совместным воздействием на влажное зерно озона и аэроионов.

Как уже упоминалось ранее, озон является сильнейшим окислителем, представляющим опасность для здоровья обслуживающего персонала и экологии окружающей среды при выбросах его с отработанным агентом сушки в атмосферу в концентрациях, превышающих установленные санитарные нормы (установленные в ГОСТ 12.1.005-88). Поэтому в способах снижения влажности зерна озono-аэроионными воздушными смесями, также как и в технологиях сушки ОВС, необходимо контролировать и поддерживать концентрацию О₃ в отработанном технологическом воздухе (на выходе из процесса) на уровне не более 0,1 мг/м³, а в случае ее превышения использовать известные методы утилизации озона.

Кроме озона на кинетику рассматриваемых технологий удаления влаги оказывают влияние еще и аэроионы. Их использование, в дополнение к требованиям связанным с применением для сушки озона, накладывает ряд специфических ограничений на организацию и проведение процесса удаления влаги, что требует внесения изменений в конструкции промышленных зерносушилок, и усложнит сам процесс, чем создаст дополнительные препятствия для его производственного внедрения.

Основной проблемой способов сушки зерна озono-воздушными смесями, насыщенными аэроионами, является максимально полное сохранение в них доли эффективности технологического процесса,



обусловленной действием ионизированных частиц, поскольку из-за высоких потерь аэроионов, связанных с их рекомбинацией при транспортировании и вводе в рабочую камеру, эффективность сушки может сильно снизиться, а качество зерна после обработки – ухудшиться. Чтобы этого не происходило, необходимо сокращать потери аэронов за счет снижения процессов рекомбинации и, одновременно, контролировать и поддерживать их концентрацию в агенте сушки на уровне, установленном технологическими требованиями. Меры борьбы с рекомбинацией ионов в электроактивированном воздухе, обогащенном озоном и аэроионами и применяемом для удаления влаги, используются точно такие же, как и для аэроионо-воздушных смесей аналогичного назначения.

Необходимость контроля за содержанием аэроионов в технологическом воздухе поднимает проблему отсутствия стандартизованных методик и удобного в эксплуатации оборудования для измерения концентрации ионов в газовой фазе, которое могло бы работать в производственных сушилках в длительном непрерывном режиме на воздухе с разной температурой нагрева и разной степенью загрязнения.

Как можно видеть, все недостатки, свойственные процессам аэроионо-воздушной сушки, относятся и к озono-аэроионным способам снижения влажности зерна, так как они связаны с содержанием в обоих видах электроактивированного воздуха аэроионов.

Дополнительным недостатком, возникающим именно при использовании для сушки зерна озono-ионных воздушных смесей, является то, что содержащиеся в них аэроионы вносят искажение в определение концентрации озона, прежде всего йодометрическим методом, являющимся эталонным, увеличивая данные о его (озона) содержании. Это отрицательно сказывается на точности определения концентрации O_3 в воздухе в процессе исследований технологических процессов, использующих озон, а также при корректировке режимов электрофизической сушки зерна в производственных установках, при градуировке и поверке озонметрического оборудования и в др.

Анализ известных способов сушки зерна озono-аэроионными воздушными смесями показал, что они изучены очень слабо и практически без учета некоторых существенно влияющих на процесс факторов. Например, по ним отсутствуют данные о влиянии разных сочетаний концентраций озона и аэроионов, содержащихся в агенте сушки, на процессы тепломассообмена в зерне; не определены рациональные технологические режимы сушки для этих способов, обеспечивающие минимальные энергозатраты при одновременном повышении интенсивности удаления влаги и сохранении высокого качества обрабатываемого зерна; не разработаны способы и технические средства регулирования концентраций каждого из видов электроактивированных частиц, входящих в состав технологического воздуха и многое другое.

Наличие аэроионов в рассматриваемом виде агентов сушки и технологические проблемы, связанные с их использованием, которые были выявлены еще при анализе способов удаления влаги ионизированным воздухом, тоже создают большое препятствие для внедрения технологий озono-ионной обработки (прежде всего сушки) зерна в практику сельскохозяйственного производства. Поэтому в ближайшей перспективе эти способы нормализации влажности зерновых материалов внедрения в АПК не получат.

Однако, наибольшая технологическая эффективность, достигаемая в способах сушки электроактивированным воздухом, обогащенным озоном и аэроионами [10, табл.1], по сравнению с использованием теплоносителей с другим составом продуктов газового разряда [10, рис.1], делает этот вид технологий снижения влажности зерна более предпочтительным для производства по сравнению с другими. Чему также способствует более высокая устойчивость режимных параметров и показателей эффективности процессов озono-аэроионной обработки (несмотря на неконтролируемость процессов рекомбинации ионов) по сравнению с сушкой ионизированным воздухом [7, 16] и более высокая ее эффективность по сравнению со способами снижения влажности зерна ОВС. Названные преимущества этой группы процессов удаления влаги будут способствовать интенсификации научных исследований в данном направлении, что позволит определить оптимальные технологические параметры озono-аэроионных способов сушки и обеспечит более быстрое решение технико-технологических проблем, связанных с их практическим использованием.

Подводя общий итог под анализом существующих технологий снижения влажности зерна электроактивированным воздухом с разным составом продуктов газового разряда, можно сказать, что предложенная нами классификация способов сушки, с выделением из их числа новой, ранее никем необособленной группы, позволяет упорядочить накопившееся к настоящему времени разнообразие способов удаления влаги ЭАВ и обобщить результаты исследований в данном научном направлении; ввести совокупность основных понятий для описания процессов снижения влажности зерна, принадлежащих к разным классификационным группам; дать объяснение ранее существовавшим противоречиям между параметрами процессов в группе озonoвоздушных технологий удаления влаги, а также выявить направления дальнейшего развития и решения проблем внутри каждой классификационной группы способов сушки зерна с целью их продвижения к более широкому хозяйственному использованию. Также выполненный в работе анализ достоинств и недостатков способов снижения влажности зерновых материалов аэроионо-воздушными, озonoвоздушными и озono-ионными воздушными смесями показал, что наиболее готовыми к внедрению, с точки зрения завершенности исследований и соответствия требованиям производства, являются технологии сушки, относящиеся к группе озonoвоздушных.



СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лунин В.В. Физическая химия озона/ В.В. Лунин, М.П. Попович, С.Н. Ткаченко. – М.: Изд-во МГУ, 1998 – 480с
2. Вигдорович В.Н. Проблемы озонирования и озонирования. И создание озонаторов второго поколения/ В.Н. Вигдорович, Ю.А. Исправников, Э.А. Нисжаде-Гавгани. – М.(Шатура) – СПб.(Колпино): Предприятие «Экоинформсистема» и Научно-внедренческое предприятие «Озонит», 1994. – 112с.
3. Кожин В.Ф. Озонирование воды/ В.Ф. Кожин. – М.: Стройиздат, 1974. – 160 с.
4. Кривошшин И.П. Озон в промышленном птицеводстве/ И.П. Кривошшин. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 96с.
5. Ксёз Н.В. Электроозонирование воздушной среды животноводческих помещений. Методические рекомендации/ Н.В. Ксёз; Под науч. ред.: И.Ф. Бородин. – Зерноград: ПМГ ВНИПТИМЭСХ, 1991. – 172с.
6. Фомин Г.С. Воздух. Контроль загрязнений по международным стандартам. Справочник / Г.С. Фомин, О.Н. Фомина. – М.: Протектор, 2002. – С.202-215
7. Глуценко Л.Ф. Интенсификация процессов пищевых и сельскохозяйственных производств озонородными смесями/ Л.Ф. Глуценко, Н.А. Глуценко. – Великий Новгород: Новгородский ГУ им. Ярослава Мудрого, 2003. – 151с.
8. Ксёз Н.В. Электроактивированные среды в технологиях сельскохозяйственного производства. Монография/ Н.В. Ксёз, Б.П. Чёба. – Зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2011. – 278с.
9. Бородин И.Ф. Использование электроозонированного воздуха в сельскохозяйственном производстве/ И.Ф. Бородин, Н.В. Ксёз// Техника в сельском хозяйстве. – 1993. – №3. – С.13-14
10. Буханцов К.Н. Анализ эффективности технологий сушки зерна, использующих электроактивированный воздух разного состава (обзор, часть 1)// Зернові продукти і комбікорми, 2012. - № 3 (47). – С. 45-54.
11. Голубкович А.В. Эффективность применения озон-воздушных смесей в процессах сушки зерна/ А.В. Голубкович, Ю.Н. Выговский, Н.Ю. Выговская, А.Н. Малов// Озон и другие экологически чистые окислители. Наука и технологии: материалы 26-го всероссийского семинара (г. Москва, Хим. факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 18 декабря 2003г.). – М.: Изд-во «Университет и школа», 2003. – С.67-86
12. Троцкая Т.П. Электроактивирование процессов сушки растительных материалов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.02/ Троцкая Таисия Павловна. – М.: МГАУ им. В.П. Горячкина, 1998. – 31с.
13. Патент №1726918 СССР, МПК 5 F24 F3/16. Устройство для озонирования воздуха/ Н.В. Ксёз, А.П. Крамаренко, В.Н. Тимошенко (ВНИПТИМЭСХ). – №4808404/29, заявл.: 22.02.1990, опубл.: 15.04.1992// БИПМ. – 1992. – №14.
14. Болога М. К. Электроантисептирование в пищевой промышленности/ М. К. Болога, Г.А. Литинский; Под ред. И.А. Рогова. – Кишинев: Штиинца, 1988. – 182с.
15. Верещин И.П. Коронный разряд в аппаратах электронно-ионной технологии/ И.П. Верещин. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 160с.
16. Ксёз Н.В. Пути снижения энергоёмкости процесса сушки семян зерновых культур/ Н.В. Ксёз// Технологические комплексы, машины и оборудование для механизации производственных процессов в полеводстве: Сб. науч. тр./ ВНИПТИМЭСХ. – Зерноград: ПМГ ВНИПТИМЭСХ, 1994. – С.185-190
17. Андрищенко Ю.А. Исследование процесса обеззараживания зерновых материалов от плесневых грибов разными способами на основе озонирования/ Ю.А. Андрищенко, К.Н. Буханцов// Экология и сельскохозяйственная техника: Сб. науч. тр. по материалам 5-й Междунар. науч.-практ. конференции (г. С.-Петербург-Тярлево, СЗНИИМЭСХ РАСХН, 15-16 мая 2007г.). – СПб., 2007. – Т.2. – С.216-225.
18. Голубкович А.В. Сушка семян и зерна озон-воздушной смесью/ А.В. Голубкович, А.Г. Чижиков// Техника в сельском хозяйстве. – 2005. – №1. – С.37-40

Поступила 29.07.2012

Адрес для переписки:

347740 ул. им. Ленина, 14, г.

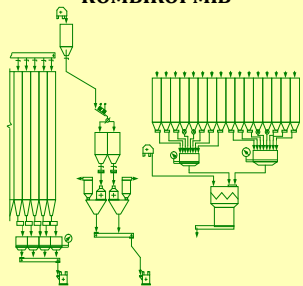
Зерноград Ростовская область, Российская Федерация

тел./факс (863-59) 42-2-80



Б.В.Сторов

ТЕХНОЛОГИЯ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ



Сторов Б.В. Технологія виробництва комбікормів. – Одеса: Друкарський дім, 2011. – 448 с.

У підручнику розглянуто роль, призначення та способи згодовування комбікормів, викладені дані щодо оцінки їх поживної цінності та фізичних властивостей, наведено характеристику кормової сировини та наведені рекомендації щодо ефективного використання при виробництві комбікормів. Розглянуто науково-практичні основи технологічних процесів сепарування, луцення, подрібнення та теплової обробки, дозування і змішування та гранулювання комбікормів. Розглянуто організацію виробництва комбікормів, технології приймання, розміщення і зберігання сировини, технології її підготовки до виробництва комбікормів, технології дозування та змішування, а також розглянуто чотири покоління технологій виробництва комбікормів. Викладено основи контролю якості сировини і комбікормів, ефективного управління та безпечної експлуатації комбікормових заводів.

Шутенко Є.І., Соц С.М. Технологія круп'яного виробництва: Навчальний посібник. – 2009. – 223с.

Наведені технологічні властивості круп'яного зерна, асортимент, вихід круп'яної продукції. Розглянуті основні принципи побудови технологічних процесів підготовки і переробки зерна в крупи. Проаналізовані технології переробки окремих культур в крупи та технології виробництва спеціальних видів круп. Навчальний посібник призначений для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» професійне спрямування „Технологія зберігання та переробки зерна”, а також може бути використаний працівниками галузі.

