

УДК 631.3.072.16

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СУШКИ ХМЕЛЯ В СУШИЛКЕ ПХБ-750****А.О. Васильев, Р.В. Андреев, Е.П. Алексеев, Ю.В. Иванчиков, Н.Н. Пушкаренко***Чувашская государственная сельскохозяйственная академия  
428003, Чебоксары, Российская Федерация*

**Аннотация.** В последние годы в условиях экономических санкций и продуктового эмбарго в России остро встал вопрос импортозамещения. Он затрагивает также и производство хмеля. В настоящее время около 90 % товарного хмеля на российский рынок импортируется из-за рубежа. Актуальные направления совершенствования современной технологии выращивания хмеля требуют внедрения в процесс сушки высокотехнологичных инноваций. В настоящее время наибольшее распространение получили ленточные сушилки ПХБ-750 чешского производства. Самого пристального внимания требует повышение эффективности сушки при отсутствии необходимости в кондиционировании. Внедрению таких инноваций должен предшествовать анализ существующего процесса сушки. С этой целью были исследованы как образцы хмеля, взятые во время сушки и по ее завершении, так и сама ленточная сушилка. Рабочие измерения проводились в трехкратной повторности и включали определение таких параметров, как температура и влажность агента сушки, а также наиболее важный параметр высушиваемого хмеля – его влажность. Параметры агента сушки контролировались с помощью непрерывной регистрации данных, влажность хмеля – при помощи лабораторного анализа образцов. Процесс сушки показал, что хмель практически высушен и имеет относительную влажность  $10 \pm 2$  % уже в конце второго или, в некоторых случаях, в начале третьего пояса. Сушка хмеля, производившаяся в одном из хмелеводческих предприятий Чувашской Республики, подтвердила, что хмель значительно пересушен в конце третьего пояса (содержание влаги от 5 до 7 %) и впоследствии доводится до конечной влажности в 10-12 % путем кондиционирования. Чрезмерная сушка приводит к значительному разрушению шишек хмеля, за счет чего они теряют большое количество ценных веществ, также уменьшается стоимость товарного хмеля.

**Ключевые слова:** хмель, сушка, хмелеводство, ленточная сушилка.

**Введение.** Хмель относится к сельскохозяйственным культурам с небольшим объемом производства – мировые площади его насаждений составляют более 51 тыс. га [7], [8]. Хмелеводство в России являлось, а в ряде европейских стран и до сих пор является важной отраслью сельскохозяйственного производства. Во второй половине прошлого столетия в нашей стране и за рубежом многие предприятия специализировались именно на хмелеводстве, что проявлялось в укрупнении площадей под посадки этой культуры. В последние годы в условиях экономических санкций и продуктового эмбарго в России остро встал вопрос импортозамещения. В настоящее время около 90 % товарного хмеля на российский рынок импортируется из-за рубежа. В связи с этим специалисты все чаще обсуждают проблемы и перспективы развития хмелеводства, которое является традиционной отраслью Чувашской Республики [2], [3], [6].

От своевременного и правильного проведения технологических операций при производстве хмеля зависят его урожайность и качество продукции. Учитывая возрастающие цены на энергоносители, необходимо внедрять в производство хмеля усовершенствованные малозатратные технологии [4], [5].

В связи с этим целью наших исследований является совершенствование параметров процесса сушки хмеля на существующих ленточных сушилках, повышение его эффективности и модернизация технологий сушки, осуществляемой с применением передовых цифровых устройств, обоснование необходимости системы кондиционирования. С этим связана также потребность в разработке и внедрении настроек ленточной сушилки, в том числе автоматизация операций и постоянное измерение стабильности процесса сушки, осуществление контроля над ним.

**Материалы и методы.** Экспериментальные исследования проводились в действующих хозяйствах на ленточной сушилке ПХБ-750 как наиболее распространенной среди производителей товарного хмеля в России. Принципиальная схема этой сушилки представлена на рисунке 1. Зеленые стрелки показывают направление движения массы шишек хмеля, красные стрелки – направление движения теплых воздушных масс, синие стрелки – направление движения обработанного агента сушки.

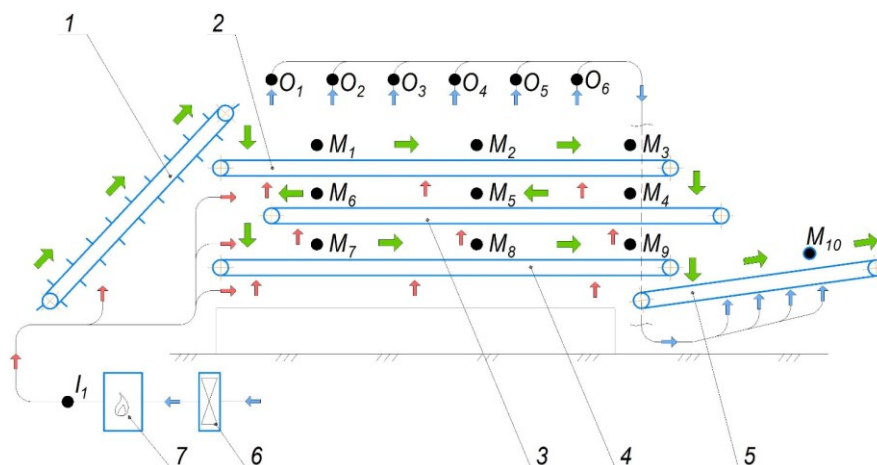


Рис. 1. Технологическая схема сушилки ПХБ-750: 1 – загрузочный транспортер, 2 – первый пояс, 3 – второй пояс, 4 – третий пояс, 5 – пояс кондиционирования, 6 – вентилятор, 7 – теплогенератор

Сушильный туннель состоит из 13 секций, приводной и натяжной станции, помещенных на общей основной раме. Секции длиной 1250 мм состоят из рам и пластин, соединенных болтами, и образуют, таким образом, общий туннель. Туннель является закрытым, доступ к лентам возможен лишь при помощи технологических люков  $M_1$ – $M_{10}$ . Для оценки параметров окружающего воздуха использовался технологический люк  $I_1$ . В выходных воздуховодах имеются технологические проемы  $O_1$  –  $O_6$ , которые используются для оценивания параметров отработавшего агента суши.

Доступ в пространство под третьим поясом, необходимым преимущественно во время очистки, открывается при помощи двери в нижней части боковых плит, приводная и натяжная станция находятся на стороне входа материала в сушильный туннель и на выходе из сушилки, так как предназначены для кондиционирования воздуха. Обе станции изготовлены из листовой стали и профильного материала. На боковых рамах приварены массивные балки для крепления корпуса подшипников, барабанов и натяжных устройств и цепей.

В боковых и торцовых стенках имеются монтажные и контрольные отверстия для оценки хода лент и окошки для отбора образцов высушиваемого материала.

Доступ к окошкам открыт при помощи трех лестниц, из которых одна открывает доступ на перекрытие сушилки.

Ленты представляют собой сетку, сплетенную из оцинкованной проволоки шириной в 3 м. Соединение в бесконечную ленту было осуществлено при помощи стальных оцинкованных шпилек и проволоки. Приводные барабаны вращаются при помощи цепи, натягиваемой роликами. Приводы образуют установку, собранную из электродвигателя и бесступенчатой передачи с коробкой передач. Бесступенчатая передача оснащена тахометром. Пересыпные и боковые ограничительные щиты изготовлены из листовой и фасонной стали.

В ходе наших исследований было произведено всего пять серий измерений: три на ПХБ-750 с использованием дизельного топлива и два на ПХБ-750 с использованием газового топлива. Исследование сушки хмеля выполнялось в процессе сотрудничества с представителями АО «41 Центральный завод» (г. Москва) осенью 2018 г. в хмелеводческих хозяйствах Чувашской Республики.

В ПХБ-750 при использовании жидкостного топлива грубо нарушался тепловой режим (температура достигала  $90^{\circ}\text{C}$ ). Поэтому в данной статье использовались осредненные данные, которые связаны только с сушилками, работающими на газовом топливе.

Температура окружающей среды составляла  $19^{\circ}\text{C}$ , влажность окружающего воздуха – от 55 до 75 %.

Полученные данные сохранялись на цифровом носителе и впоследствии обрабатывались.

Измерение расходов газа производилось на ПХБ-750 путем считывания показаний с штатного расходомера и манометров. Измерения проводились в течение четырех часов на этапе разогрева сушилки и в режиме сушки. Первый час измерения следовали с интервалом в 10 минут, потом – 20 и 40 минут.

Влажность воздуха в массах сырого хмеля измерялась гигрометром. Его показания полностью совпали со штатным гигрометром ВХ-1, используемым на ПХБ-750.

Скорость потока внутри камеры измерялась с помощью анемометра, который на вытянутой руке вставляли через 9 иллюминаторов, пронумерованных по ходу движения хмеля. В составе ПХБ-750 имеется приточный вентилятор, который использовался с производительностью в 42 тыс.  $\text{м}^3/\text{ч}$ . Было выявлено, что он избыточен и работает лишь на 30 %.

Методика определения объемно-массовых характеристик хмеля приводилась ранее [1].

Для определения зависимости изменения влажности в процессе сушки хмеля необходимо изучить динамику изменения массы исследуемого образца за время его сушки. Масса образца хмеля определяется как

$$M = M_C + M_B, \quad (1)$$

где  $M_B$  – масса сухого вещества в образце, кг;

$M_B$  – масса воды в образце, кг.

Если принять общую массу материала  $M$  за 100 %, то количество влаги в нем, выраженное в процентах от общего веса, будет характеризоваться как относительная влажность, отнесенная к весу влажного материала:

$$\omega_0 = \frac{M_B}{M} \cdot 100\% = \frac{M_B}{M_C + M_B} \cdot 100\%. \quad (2)$$

Соответственно, в идеальном случае при отсутствии влаги ( $M_B=0$ ) высушиваемый хмель становится абсолютно сухим, при этом  $\omega_0=0$ . Также можно отметить, что при  $M_C=0$  материал будет представлять собой чистую воду, и в этом случае  $\omega_0=100\%$ . Таким образом, параметр  $\omega_0$  варьируется от 0 до 100 %.

Тогда зависимость веса сухого материала  $M_C$  от влажности к общему весу  $\omega_0$  выглядит как

$$M_C = M \frac{100 - \omega_0}{100}. \quad (3)$$

Для исследования динамики процесса сушки примем первоначальную массу образца влажного хмеля за  $M_1$ . Соответственно, образец будет обладать влажностью  $\omega_{01}$ . После полного высушивания образца хмеля примем его массу за  $M_2$ , а влажность за  $\omega_{02}$ .

Содержание сухого вещества в материале до начала сушки определяется с учетом (3) как

$$M_{C1} = M_1 \frac{100 - \omega_{01}}{100}. \quad (4)$$

Содержание сухого вещества в материале после сушки, соответственно, выражается как

$$M_{C2} = M_2 \frac{100 - \omega_{02}}{100}. \quad (5)$$

Как известно, во время сушки происходит испарение влаги. При этом содержание абсолютно сухого вещества не изменяется, или

$$M_{C1} = M_{C2}. \quad (6)$$

Таким образом, объединив (4), (5) и (6), получим

$$M_1 \frac{100 - \omega_{01}}{100} = M_2 \frac{100 - \omega_{02}}{100}, \quad (7)$$

или

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{100 - \omega_{01}}{100 - \omega_{02}}. \quad (8)$$

Используя отношение (8) можно оценить вес и влажность хмеля до и после сушки.

Количество влаги, испарившейся из высушенного хмеля, можно выразить как

$$M_B = M_1 - M_2, \quad (9)$$

или с учетом (8) как

$$M_B = M_2 \frac{\omega_{02} - \omega_{01}}{100 - \omega_{02}} = M_1 \frac{\omega_{01} - \omega_{02}}{100 - \omega_{01}}. \quad (10)$$

Используя выражение (10) определяли количество влаги в исходных образцах хмеля, подставив значения массы, полученные с помощью высокоточных весов. При этом добивались полного высушивания образцов и считали  $\omega_{02} \approx 0$ .

**Результаты исследований и их обсуждение.** Для экспериментального определения испарившейся влаги за определенное время сушки хмеля в лабораторных условиях были взяты три контейнера одинаковой емкости с минимальной разницей в массе. Данные контейнеры заполнялись отлежавшемся на воздухе в помещении хмелем и взвешивались на электронных весах с точностью до четвертого десятичного знака, после чего помещались в предварительно нагретый до температуры  $60 \pm 3^\circ\text{C}$  сушильный шкаф. Через интервал времени в 1 час образцы вынимались и взвешивались. По результатам сушки были получены данные массы хмеля в заданный интервал времени (таблица 1).

Таблица 1 – Масса хмеля в процессе высушивания

Время сушки, час	Масса хмеля в образцах, г			
	№1	№2	№3	Среднее значение
0	10,7908	11,0223	11,7722	11,1951
1	10,5512	10,8215	11,3513	10,9080
2	10,4440	10,7117	11,2453	10,8003
3	10,3795	10,6462	11,2007	10,7421
4	10,3405	10,6047	11,1733	10,7061
5	10,3165	10,5818	11,1443	10,6808
6	10,2989	10,5650	11,1100	10,6579

Данные, представленные в таблице 1, свидетельствуют о том, что с увеличением времени сушки хмеля, содержание влаги в нем уменьшается, а значит, снижается масса принятого образца. При этом для снижения относительной влажности материала на одинаковую величину необходимо направлять разное количество влаги, и, чем выше влажность хмеля, тем больше влаги необходимо испарить в начале сушки.

Измерение расхода газа производилось путем считывания показаний штатного расходомера и манометров. Измерения проводились в течение десяти часов на этапе разогрева сушилки и в режиме сушки. Измерения следовали с интервалом в 10 минут.

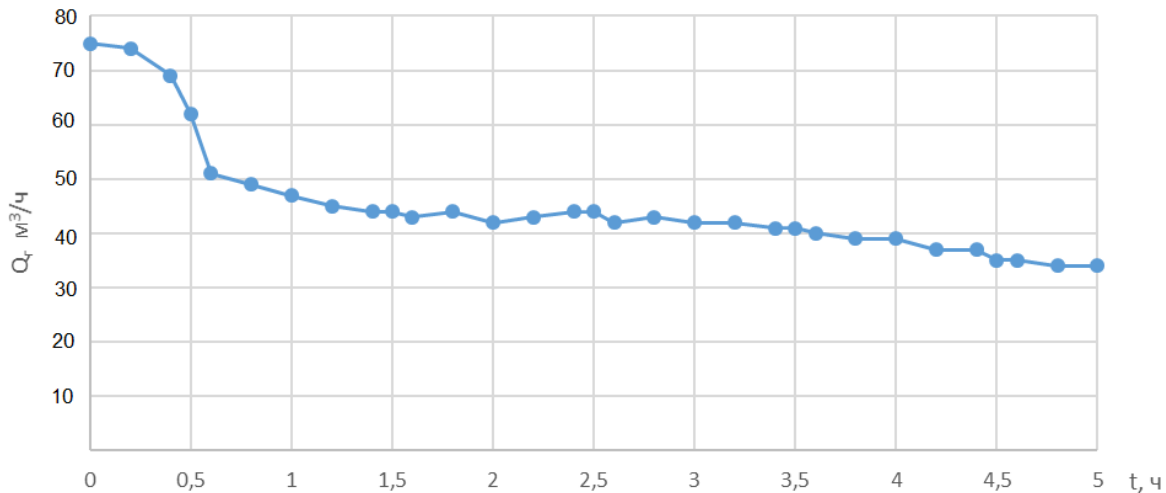


Рис. 2. График расхода газа теплогенератором АТГ-1,6

График (рисунок 2) показывает количество расхода газового топлива сушилкой. По исходным данным максимальное потребление АТГ-1,6 составляет 175 м³/ч. На графике видно, что в режиме разогрева АТГ-1,6 используется не более чем на 50 %, а в режиме сушки – приблизительно на 25 % от возможной тепловой мощности.

Результаты показывают (рисунок 2), что на начальном этапе работы сушилки происходит разогрев системы отопления и для этого требуется повышенная норма расхода газа. По мере входа в установившийся режим расход газа приближается к номинальному, а при завершении цикла сушки он становится ниже номинального, поскольку интенсивность влагоотделения снижается и прежнего количества теплота уже не требуется. Примерно на 45-й минуте происходит значительное снижение температуры.

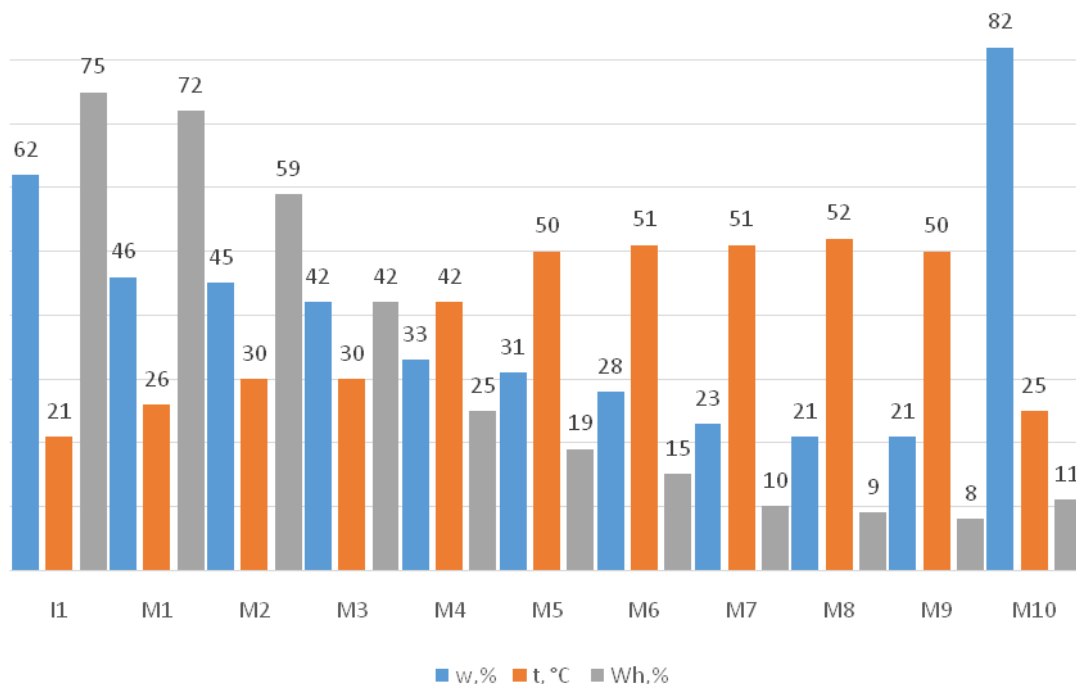


Рис. 3. График значений влагосодержания хмеля  $Wh$ , относительной влажности  $w$  и температуры  $t$  агента сушки

На рисунке 3 показан пример измерения, проведенного с образцами, взятыми из технологических проемов  $M_1 - M_{10}$  сушилки, а также на входе  $I_1$  в нее.

Помимо содержания влаги в хмеле ( $Wh$ ) график показывает значения относительной влажности ( $w$ ) и температуры ( $t$ ) воздуха.

Влажность хмеля в верхнем поясе ( $M_1...M_3$ ) меняется незначительно по сравнению с начальным значением, в среднем слое ( $M_4...M_6$ ) – значительно, в нижнем ( $M_7...M_9$ ) почти не меняется, находясь на отметке 8-10 %. Это можно объяснить тем, что в верхнем слое высушиваются лепестки шишки, которые раскрываются в конце верхнего пояса сушилки, а потом в среднем поясе начинается испарение влаги из стерженька шишки, поскольку там и находится ее основная часть.

В соответствии с приведенными выше данными мы можем сделать вывод о том, что хмель сушится до значения около 10 % влажности уже тогда, когда он находится в конце второго пояса.

Скорость потока воздуха внутри камеры измерялась с помощью анемометра через 9 иллюминаторов, пронумерованных по ходу движения хмеля ( $M_1-M_9$ ). Результаты измерений представлены в виде диаграммы на рисунке 4.

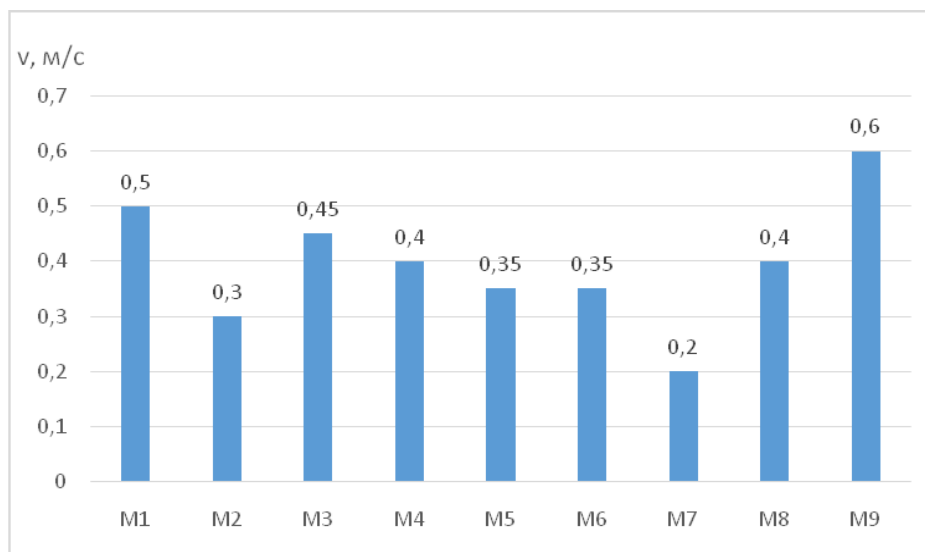


Рис. 4. Скорость потока воздуха  $v$  в камере, м/с

Скорость потока воздуха над хмелем не превышает 0,6 м/с. Воздух разгоняется в нижнем канале в отверстии, где происходит выгрузка хмеля. При сопоставлении графиков, показанных на рисунках 2 и 4, видно, что скорость движения воздуха, равная 0,3-0,4 м/с, над слоем хмеля достаточна для интенсивного высушивания всего слоя.

Измерения показывают, что хмель был высушен уже в третьем поясе и, в некоторой степени, излишне пересушен, что означает неоправданную потерю энергии, затраченной при нагревании воздуха в процессе сушки. Также рекомендуется уменьшить производительность приточного вентилятора с целью экономии электроэнергии. Полученные показатели позволяют пересмотреть существующие режимы сушки хмеля ленточной сушилкой ПХБ-750 и указывают на имеющие резервы по снижению энергопотребления.

**Выводы.** Анализ процесса сушки в рабочих ленточных сушилках ПХБ-750 свидетельствует о том, что хмель достигает целевых показателей влажности уже в конце второго пояса или, в некоторых случаях, в начале третьего пояса. Результаты изучения процесса сушки хмеля в одном из хозяйств Чувашской Республики показали, что хмель значительно пересушен на выходе из третьего пояса и впоследствии доводится до целевого содержания влаги путем кондиционирования. По словам сотрудников организации, этот процесс производит некоторый положительный эффект, так как выступает в роли профилактического средства, предотвращающего появление очагов недосушенного хмеля, которые иногда возникают при сушке с высоким начальным содержанием влаги. Однако чрезмерная сушка, в целом, приводит к отрицательным последствиям, поскольку происходит разрушение шишек хмеля, которые теряют свои ценные свойства. Было установлено, что при тщательном соблюдении технологии сушки и постоянном контроле влагосодержания, который может обеспечивать современная цифровая аппаратура, возможно добиться существенного снижения затрат энергоресурсов при сушке хмеля.

#### Литература

1. Васильев, А. О. Определение объемно-весовых характеристик и влажности урожая хмеля / А. О. Васильев, Р. В. Андреев, Е. П. Алексеев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 4 (51). – С. 5-9.
2. Захаров, А. И. Перспективы повышения эффективности хмелеводческого кластера Чувашской Республики / А. И. Захаров, А. Е. Макушев, А. В. Васильева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 2 (49). – С. 93-99.

3. Захаров, А.И. Формирование хмелеводческого кластера в региональном АПК / А. И. Захаров, А. Е. Макушев, О. В. Евграфов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2017. – № 34. – С. 81-87.
4. Коротков, А. В. Установление оптимального количества механических обработок на хмельниках в целях снижения трудо- и ресурсозатрат / А. В. Коротков // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2007. – № 9. – С. 73-74.
5. Коротков, А. В. Фитосанитарный прогноз – залог получения стабильного урожая хмеля / А. В. Коротков, З. П. Короткова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 4 (51). – С. 40-45.
6. Смирнов, П. А. Результаты исследования уплотнения движителями тракторов междурядья хмельника / П. А. Смирнов, Н. Н. Пушкаренко, А. П. Акимов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 2 (49). – С. 131-137.
7. Vasiliev, A. O. Modern ways of improving the mechanization of hop cultivation / A.O. Vasiliev, R.V. Andreev, N.N. Pushkarenko // Proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2017 - Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth 30, Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth. – Madrid, 2017. – P. 5289-5294.
8. Lozhkin, A. G. Revival of hop-production in the Chuvash Republic: problems, challenges and opportunities / A. G. Lozhkin, A. E. Makushev, N.N. Pushkarenko // Proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2017 - Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth 30, Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth. – Madrid, 2017. – P. 5295-5299.

#### Сведения об авторах

1. **Васильев Александр Олегович**, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: 3777222@bk.ru, тел. 8-937-377-72-22;
2. **Андреев Роман Викторович**, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: rv\_andreev@mail.ru, тел. 8-927-858-60-82;
3. **Алексеев Евгений Петрович**, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры транспортно-технологических машин и комплексов, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: zhenia\_alexeev@mail.ru, тел. 8-919-650-94-97;
4. **Иванищikov Юрий Васильевич**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технического сервиса, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: iuv53@mail.ru, тел. 8-927-864-00-63;
5. **Пушкаренко Николай Николаевич**, кандидат технических наук, декан инженерного факультета, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: stl\_mstu@mail.ru, тел. 8-906-385-41-91.

#### RESEARCH INTO THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF DRYING HOP IN PCB-750 DRYER

**A.O. Vasiliev, R.V. Andreev, E.P. Alexeev, Yu.V. Ivanshchikov, N.N. Pushkarenko**  
*Chuvash State Agricultural Academy*  
 428003, Cheboksary, Russian Federation

**Abstract.** *In recent years, in the context of economic sanctions and a food embargo in Russia, the issue of import substitution has become acute. These phenomena are directly related to agricultural products, and, in particular, to the production of hops. Currently, about 90% of commercial hops in the Russian market are imported from abroad. Current trends in the improvement of modern hops cultivation technology require the introduction of high-tech innovations in the drying process in existing belt dryers, the most common of which is PCB-750. The greatest attention is required to increase the drying efficiency in the absence of the need for air conditioning. The introduction of such innovations must be preceded by an analysis of the existing state of drying. To this end, studies were carried out on hops samples taken from a belt dryer during drying and at its completion. Work measurements were carried out in triplicate and included the determination of such parameters as the temperature and humidity of the drying agent, as well as the most important parameter of the dried hops - the humidity. The parameters of the drying agent were monitored using continuous data recording, and the humidity of the hops was monitored using laboratory analysis of samples. The drying process showed that the hops are almost dry ( $10 \pm 2\%$  humidity) already at the end of the second belt or, in some cases, at the beginning of the third belt. Drying hops in one of the hop-raising enterprises of the Chuvash Republic confirmed that hops were significantly overdried at the end of the third belt (moisture content was*

from 5 to 7%) and subsequently brought to a final moisture content of 10-12% by conditioning. Excessive drying leads to a significant destruction of hop cones, which leads to large losses in the content of valuable substances and a loss of value of commercial hops.

**Keywords:** Hops, drying, hop growing, belt drier.

#### References

1. Vasil'ev, A. O. Opredelenie ob'emno-vesovykh karakteristik i vlazh-nosti urozhaya hmelya / A. O. Vasil'ev, R. V. Andreev, E. P. Alekseev // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – T. 13. – № 4 (51). – S. 5-9.
2. Zaharov, A. I. Perspektivy povysheniya ehffektivnosti hmelevodche-skogo klastera CHuvashskoy Respubliki / A. I. Zaharov, A. E. Makushev, A. V. Vasil'eva // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – T. 13. – № 2 (49). – S. 93-99.
3. Zaharov, A.I. Formirovanie hmelevodcheskogo klastera v regional'nom APK / A. I. Zaharov, A. E. Makushev, O. V. Evgrafov // Izvestiya Mezhduna-rodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. – 2017. – № 34. – S. 81-87.
4. Korotkov, A. V. Ustanovlenie optimal'nogo kolichestva mekhanicheskikh obrabotok na hmel'nikah v celyah snizheniya trudo- i resursozatrata / A. V. Ko-rotkov // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2007. – № 9. – S. 73-74.
5. Korotkov, A. V. Fitosanitarnyj prognoz – zalog polucheniya stabil'nogo urozhaya hmelya / A. V. Korotkov, Z. P. Korotkova // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – T. 13. – № 4 (51). – S. 40-45.
6. Smirnov, P. A. Rezul'taty issledovaniya uplotneniya dvizhitelyami traktorov mezhduryad'ya hmel'nika / P. A. Smirnov, N. N. Pushkarenko, A. P. Akimov // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – T. 13. – № 2 (49). – S. 131-137.
7. Vasiliev, A. O. Modern ways of improving the mechanization of hop cultivation / A.O. Vasiliev, R.V. Andreev, N.N. Pushkarenko // Proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2017 - Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth 30, Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth. – Madrid, 2017. – S. 5289-5294.
8. Lozhkin, A. G. Revival of hop-production in the Chuvash Republic: problems, challenges and opportunities / A. G. Lozhkin, A. E. Makushev, N.N. Pushkarenko // Proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2017 - Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth 30, Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth. – Madrid, 2017. – S. 5295-5299.

#### Information about the authors

1. **Vasiliev Alexander Olegovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Technical Service Department, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marx street, 29; e-mail: 3777222@bk.ru, phone: 8-937-377-72-22;
2. **Andreev Roman Viktorovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Technical Service Department, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvashskaya Respublika, Cheboksary, K. Marx street, 29, e-mail: rv\_andreev@mail.ru, phone: 8-927-858-60-82;
3. **Alexeev Evgeniy Petrovich**, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, Department of Transport and Technological Machines and Complexes, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marx street, 29; e-mail: zhenia\_alexeev@mail.ru, phone: 8-919-650-94-97;
4. **Ivanshchikov Yury Vasil'evich**, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, Head of Technical Service Department, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marx street, 29; e-mail: iuv53@mail.ru, phone: 8-927-864-00-63;
5. **Pushkarenko Nikolay Nikolayevich**, Candidate of Technical Sciences, Dean of the Faculty of Engineering, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marx street, 29; e-mail: Stl\_mstu@mail.ru, phone 8-906-385-41-91.