



УДК 663.9

Э.А. Смаилов, Ж.Ж. Турсунбаев, З.Б. Зулпуев,
А.А. Абдыкадыров, З.И. Калчаева
E.A. Smailov, Zh.Zh. Tursunbaev, Z.B. Zulpuev,
A.B. Abdykadyrov, Z.I. Kalchaeva

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-231-1-23-27

СУШКА И АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ ПЛАСТИНКИ И СРЕДНЕЙ ЖИЛКИ ТАБАЧНЫХ ЛИСТЬЕВ

DRYING AND ANALYTICAL DETERMINATION OF MOISTURE CONTENT CHANGE OF TOBACCO LEAF LAMINA AND MIDRIB

Ключевые слова: табак, листья табака, томление, сушка пластинки листа, досушка средней жилки, сушка на солнце, режимы сушки, температура, влажность, прорезание, уравнения.

Из стран, производящих высокоароматичные ориентальные сорта, Кыргызстан занимает третье место в мире по объему производства, а по качеству – один из лучших, поэтому многие зарубежные фирмы заинтересованы кыргызским табаком. Для природно-климатических условий Кыргызстана экспериментальным путем определены оптимальные режимы процесса различных этапов сушки табачных листьев: томление – температура 25-35°C, влажность 80-85%; сушка пластинки листа – температура 35-45°C, влажность 65-75%; досушка средней жилки – температура до 50-55°C, влажность начальная 50-60% и конечная – 35-40%. Рекомендованы способы сокращения досушки средней жилки листьев табака путем применения устройства к табакопришивным машинам для прорезания черешков и средней жилки табачных листьев с одновременным выравниванием пачек. Также установлено, что при сушке на солнце пластинка листа высыхает от 72 до 120 ч (3-5 сут.). Для высыхания средней жилки требуется от 168 до 264 ч (или 7-11 сут.) в зависимости от ломки табака (размера листьев). Увеличение продолжительности сушки приводит к тому, что выход сухого вещества снижается на 5,4%, товарный ассортимент высших сортов (1-й и 2-й) ухудшается на 15,7%, число Шмука, определяющее качество сырья, – на 0,12. Все это свидетельствует о необходимости изыскания путей снижения продолжительности процесса сушки средней жилки. Получены формулы, которые дают возможность определить влагосодержание в процессе сушки в естественных условиях пластинки листа и средней жилки, это позволяет таким образом получить формулы определения изменения влагосодержания пластинки листа и средней жилки и для

других способов сушки, что практически важно для контроля процесса всей сушки листьев табака.

Keywords: tobacco, tobacco leaves, yellowing, leaf lamina drying, final midrib drying, sun-drying, drying regimes, temperature, moisture content, slitting, equations.

Of the countries that produce highly aromatic oriental tobacco varieties, Kyrgyzstan ranks third in the world in terms of production volumes, and one of the best in terms of quality; therefore many foreign companies are interested in Kyrgyz tobacco. For the natural and climatic conditions of Kyrgyzstan, the following optimal regimes of various stages of tobacco leaf drying were experimentally determined: at yellowing, temperature 25-35°C, moisture content 80-85%; at leaf lamina drying, temperature 35-45°C, moisture content 65-75%; at final midrib drying, temperature up to 50-55°C, moisture content – initial 50-60% and final 35-40%. The methods for reducing the time of final midrib drying are recommended by applying a device to tobacco sewing machines for slitting leaf stems and midribs with simultaneous alignment of bunches. It was also found that when tobacco leaves are sun-dried, the leaf lamina dries for 72-120 hours (3-5 days). It takes from 168 to 264 hours (or 7-11 days) for the midrib to dry depending on tobacco leaf picking (leaf size). Extending the drying time leads to the fact that the dry matter yield is reduced by 5.4%, the product range of higher grades (1 and 2) is deteriorating by 15.7%, the Schmuck ratio which determines the quality of raw materials is reduced by 0.12. All this indicates the need to find ways to reduce the duration of the midrib drying. The equations have been derived that make it possible to determine the moisture content at leaf lamina and midrib drying under natural conditions. This makes it possible to obtain equations for determining the change of moisture content of leaf lamina and midrib for other drying methods which is practically important for controlling the entire drying process of tobacco leaves.

Смаилов Эльтар Абламетович, д.с.-х.н., профессор, зам. Директора, Международный Узгенский институт технологии и образования, Ошский технологический университет, г. Узген, Киргизская Республика, e-mail: eltar_uito@mail.ru.

Турсунбаев Жанболот Жанышович, к.т.н., доцент, ректор, Ошский технологический университет, г. Ош, Киргизская Республика, e-mail: jhanbolot.72@gmail.com.

Зулпуев Замирбек Борубаевич, к.т.н., доцент, директор, Международный Узгенский институт технологии и образования, Ошский технологический университет, г. Узген, Киргизская Республика, e-mail: uitozulpuev@mail.ru.

Абдыкадыров Абдураим Бектемирович, преподаватель Ошский технологический университет, г. Ош, Киргизская Республика, e-mail: abdiraim1168@gmail.com.

Калчаева Зарема Исраиловна, преподаватель, Международный Узгенский институт технологии и образования, Ошский технологический университет, г. Узген, Киргизская Республика, e-mail: zarema.kalchaeva@mail.ru.

Smailov Eltar Ablametovich, Dr. Agr. Sci., Prof., Deputy Director, International Uzgen Institute of Technology and Education, Osh Technological University, Uzgen, Kyrgyz Republic, e-mail: eltar_uito@mail.ru.

Tursunbaev Zhanbolot Zhanyshovich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Rector, Osh Technological University, Osh, Kyrgyz Republic, e-mail: jhanbolot.72@gmail.com.

Zulpuev Zamirbek Borubaevich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Director, International Uzgen Institute of Technology and Education, Osh Technological University, Uzgen, Kyrgyz Republic, e-mail: uitozulpuev@mail.ru.

Abdykadyrov Abduraim Bektemirovich, Asst., Osh Technological University, Osh, Kyrgyz Republic, e-mail: abdiraim1168@gmail.com.

Kalchaeva Zarema Israilovna, Asst., International Uzgen Institute of Technology and Education, Osh Technological University, Uzgen, Kyrgyz Republic, e-mail: zarema.kalchaeva@mail.ru.

Введение

Почвенно-климатические и природные условия Кыргызстана позволяют возделывать высокоароматичные ориентальные сорта табака [1]. Ранее нами сообщалось [2], что в зависимости от ломок табака пластинка листа высыхает от 72 до 120 ч (3-5 сут.), а для средней жилки требуется от 168 до 264 ч в зависимости от ломки табака. Поэтому необходимы изыскания путей снижения продолжительности процесса сушки средней жилки. В связи с этим математическое обоснование отдельных фаз процесса сушки листьев табака имеет немаловажное значение.

Материал и методика исследований

Цель исследований – получить математические выражения, дающие возможность определить влагосодержание пластинки листа и средней жилки в процессе сушки в естественных условиях, что дает возможность получить равенства и для других способов сушки.

Результаты исследований

Процесс сушки табачного листа нельзя понимать как простое высушивание продукта. В данном случае имеем дело с более сложным процессом, распадающимся на несколько фаз, различных между собой как по внутренним изменениям, происходящим в табачном листе, так и по сопутствующим изменениям внешних свойств табака.

Первая фаза, так называемое томление, представляет собой физиологический (жизненный) процесс живого листа, происходящий в условиях отсутствия доступа питательных ве-

ществ из вне. В этой фазе происходят главные изменения состава табачного листа, решающие успех сушки. Вторая фаза – процесс консервирования изменений, произошедших в листе в первую фазу.

Сохранение качества ароматичных табаков, возделываемых в Кыргызстане (Дюбек 44-07, Дюбек Алма-Атинский 5 и др.), требует глубокого исследования этих вопросов. В основном в Средней Азии применяют солнечную сушку на богунах и комбинированную на поточных линиях. При сушке на богунах невозможно создать необходимое условие для нормального протекания процессов томления, сушки пластинки листа и досушки средних жилок. Проведенные исследования протекания процессов томления на поточных линиях показали, что для условий Кыргызстана томление табачных листьев, закрепленных на шнуре машинной низки, достаточно производить под навесом (или зона томления), огражденном с двух сторон полиэтиленовой пленкой, имеющей дверцы для регулирования влажности. При этом за счет естественных климатических условий под навесом создается температура в слое табака 25-35°C, чтобы при томлении удержать в табачном листе необходимое количество влаги (80-85%).

Повышение температуры способствует ускорению процессов томления. Однако ускорение превращений (требуемый цвет листа) может наблюдаться до определенного предела температуры (35-40°C), при этом влажность надо уменьшить до пределов 65-75%. Дальнейшее повышение температуры не ускоряет процесс томления, а, наоборот, замедляет силу угнета-

ющего действия на живую клетку: смертельная температура, при которой клетки начинают отмирать, находится в пределах 45-50°C, то есть при этом образуется гниение, или так называемая «запарка» листьев. Поэтому независимо от погодных условий процесс томления необходимо проводить при вышеуказанных режимах с внесением соответствующих конструктивных изменений в зону томления механизированного поточного комплекса для послеуборочной обработки табака.

После того как заканчивается процесс томления (визуальное наблюдение показывает, что листья имеют требуемый желтый цвет, пластинка листа начинает сохнуть) и лист отмирает от истощения запасов для дыхания и накопления веществ или чрезмерной потери воды, дальнейшее повышение температуры является безопасным с обязательной циркуляцией воздуха. Чем быстрее будет происходить воздухообмен, тем лучше зафиксируется то качество, которое приобретено при фазе томления. Пластинка листа должна быть высушена при температуре не выше 50°C. Оптимальные режимы сушки пластинки листа: температура 35-45°C, влажность 65-75%. Поэтому в зоне естественной сушки механизированного поточного комплекса для послеуборочной обработки табака, внося необходимые конструктивные изменения листа с использованием солнечной энергии, можно обеспечить 100%-ное высушивание пластинки.

Повышать температуру до слишком высоких пределов (выше 55°C), когда пластинка листа полностью не высушена, не следует, так как листья выгорают, и теряется качество сырья. При этой температуре необходимо производить досушку средней жилки, продолжительность которой в наших исследованиях составила от 12 до 36 ч в зависимости от ломки табака. Установлена оптимальная температура для досушки средней жилки 50-55°C, влажность начальная 50-60% и конечная 35-40%.

Проведенные исследования показали, что из всей продолжительности процесса сушки для условий Средней Азии более энергоемким является досушка средней жилки. Поэтому многие исследователи [3-5] занимались проблемами ускорения процесса досушки средней жилки табачных листьев, применяя при этом различные способы ускорения данного процесса, что повышало бы выход и качество товарного сырья. Особый интерес представляет устройство шин

[4, 6]. Предложенное дополнительное устройство [6] к табакопришивным машинам в виде верхних и нижних валиков – прорезателей с острыми зубьями обеспечивает одновременное продольное прорезание поверхности утолщенной части черешка и средней жилки и выравнивание пучка черешка в слой определенной толщины. Поэтому определенный интерес вызывают теоретические исследования, направленные на определение изменения влагосодержания пластинки листа и средней жилки в процессе сушки, независимо от вида сушильного сооружения.

Из литературных данных [3] известно количество влаги, приходящейся на единицу испаряющей поверхности. Пластинки листа имеют в 15-20 раз больше поверхности, чем средняя жилка, поэтому необходимо изучение характера изменения влаги в отдельных частях табачного листа в процессе сушки. Нами была теоретически обоснована закономерность изменения влаги в пластинке листа и средней жилке.

Пусть W_1 и W_2 – количество влаги, удаляемой из пластинки листа и черешка со средней жилкой к моменту времени t . В начальный момент $W_1=0, W_2=0$.

В момент времени скорости удаляемой влаги из пластинки листа и черешка со средней жилкой будут:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dW_1}{dt} &= R_1(W_0 - W_1 - W_2) \\ \frac{dW_2}{dt} &= R_2(W_0 - W_1 - W_2) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Дифференцируя, имеем:

$$\frac{d^2W_1}{dt^2} = -R_1 \left(-\frac{dW_1}{dt} + \frac{dW_2}{dt} \right). \quad (2)$$

Подставляя к уравнению (2) значение $\frac{dW_2}{dt}$ из второго уравнения системы (1), получим:

$$\frac{d^2W_1}{dt^2} = -R_1 \left[\frac{dW_1}{dt} + R_2(W_0 - W_1 - W_2) \right]. \quad (3)$$

Далее находим:

$$\frac{d^2W_1}{dt^2} + (R_1 + R_2) \frac{dW_1}{dt} = 0. \quad (4)$$

Это неполное квадратное уравнение имеет два корня:

$$z_1 = 0 \text{ и } z_2 = -(R_1 + R_2).$$

Таким образом, общее решение уравнения (4) составляем в виде:

$$W_1 = W_{01} - W_{02} e^{-(R_1+R_2)t}. \quad (5)$$

Для нахождения второго дифференцируем

$$\frac{dW_1}{dt} = -W_{02}(R_1 + R_2) e^{-(R_1+R_2)t}$$

$$-W_{02}(R_1 + R_2) e^{-(R_1+R_2)t} t =$$

$$R_1(W_1 - W_{01} - W_{02} e^{-(R_1+R_2)t} - W_2)$$

и получаем второе решение:

$$W_2 = W_0 - \frac{R_2}{R_1} W_{02} e^{-(R_1+R_2)t} - W_{01}. \quad (6)$$

Таким образом, решая систему:

$$\left. \begin{aligned} W_1 &= W_{01} - W_{02} e^{-(R_1+R_2)t} \\ W_2 &= W_0 - \frac{R_2}{R_1} W_{02} e^{-(R_1+R_2)t} - W_{01} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

определим W_{01} и W_{02} , используя начальные: при $t=0$, $W_1=0$ и $W_2=0$.

Получаем:

$$\left. \begin{aligned} W_{01} + W_{02} &= 0 \\ W_{01} - \frac{R_2}{R_1} W_{02} &= W_0 \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

откуда

$$\left. \begin{aligned} W_{01} &= \frac{R_1 W_0}{R_1 + R_2} \\ W_{02} &= -\frac{R_1 W_0}{R_1 + R_2} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Поставляя значения (9) в наши уравнения, получим закономерности изменения влаги, удаляемой из пластинки листа (W_1) и средней жилки (W_2), в виде:

$$\left. \begin{aligned} W_1 &= \frac{R_1 W_0}{R_1 + R_2} [1 - e^{-(R_1+R_2)t}] \\ W_2 &= -\frac{R_2 W_0}{R_1 + R_2} [1 - e^{-(R_1+R_2)t}] \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Используя уравнения (10), можно определить влагосодержание пластинки листа и средней жилки, независимо от вида сушильного сооружения.

Неизвестные коэффициенты R_1 и R_2 найдем из обработки экспериментальных данных для конкретного способа сушки: к примеру, при сушке в естественных условиях через 144 ч влагосодержание составляет для пластинки табачного листа $W = -\frac{I}{2} - W_0$, а средней жилки

$$W_2 = -\frac{I}{4} - W_0.$$

Тогда имеем:

$$\left. \begin{aligned} \frac{W_0}{20} &= \frac{R_1 W_0}{R_1 + R_2} [1 - e^{-(R_1+R_2)144}]; \\ \frac{W_0}{4} &= \frac{R_2 W_0}{R_1 + R_2} [1 - e^{-(R_1+R_2)144}]. \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Подставляя эти значения и равенство (10), мы окончательно имеем закономерности удаления влаги выраженными следующими равенствами:

для пластинки листа

$$W_1 = 0,17 W_0 (1 - e^{-0.002472t}); \quad (12)$$

для средней жилки

$$W_2 = 0,35 W_0 (1 - e^{-0.002472t}). \quad (13)$$

Полученные выражения (12) и (13) дают возможность определить влагосодержание в процессе сушки в естественных условиях.

Выводы

Для природно-климатических условий Кыргызстана экспериментальным путем определены оптимальные режимы процесса различных этапов сушки табачных листьев: томление – температура 25-35°C, влажность 80-85%; сушка пластинки листа – температура 35-45°C, влажность 65-75%; досушка средней жилки – температура до 50-55°C, влажность начальная 50-60% и конечная – 35-40%.

Рекомендованы способы сокращения досушки средней жилки листьев табака путем применения устройства к табакопришивным машинам для прорезания черешков.

Получены формулы, которые дают возможность определить влагосодержание в процессе сушки в естественных условиях, что позволяет таким образом получить равенства и для других способов сушки.

Библиографический список

1. Смаилов, Э. А. Табачное сырье Кыргызстана и повышение его качества / Э. А. Смаилов. – Бишкек: Илим, 2003. – 296 с. – Текст: непосредственный.
2. Смаилов, Э. А. Оценка технологий низки листьев табака на шнуры и сушки на солнце / Э. А. Смаилов, З. Б. Зулпуев, А. Б. Абдыкадыров, З. И. Калчаева. – DOI 10.53083/1996-4277-2022-216-10-30-37. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 10 (216). – С. 30-37.
3. Наливко, Г. В. Некоторые вопросы интенсификации сушки табака. Сушка и ферментация / Г. В. Наливко, А. Г. Петренко, В. В. Ивченко. – Текст: непосредственный // Сборник научно-исследовательских работ ВНИИ табака и махорки. – Краснодар: Советская Кубань, 1970. – Вып. 168. – 264 с.
4. Леонов, И. П. Устройство для повреждения черешков и средней жилки табачных листьев с одновременным выравниванием пачек / И. П. Леонов, Э. А. Смаилов. – Текст: непосредственный // Табак. – 1983. – № 3. – С. 43-46.
5. Смаилов, Э. А. Повышение эффективности табакопришивной машины с помощью устройства для выравнивания слоя листьев табака: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.20.01 / Смаилов Эльтар Абламетович. – Краснодар, 1985. – 25 с. – Текст: непосредственный.

6. А.с. 991988 (СССР). Устройство для закрепления табачных листьев на шнуре / И. П. Леонов, Э. А. Смаилов (Краснодар, КСХИ). – № 2882622/28-13; заявл. 1980.02.11; опубл. 1983.01.30, Бюл. № 4. – 8 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Smailov E.A. Tabachnoe syre Kyrgyzstana i povyshenie ego kachestva / E.A. Smailov. – Bishkek: Ilim, 2003. – 296 s.

2. Smailov E.A. Otsenka tekhnologii nizki listev tabaka na shnury i sushki na solntse / E.A. Smailov, Z.B. Zulpuev, A.B. Abdykadyrov, Z.I. Kalchaeva // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – No. 10 (216). – S. 30-37.

3. Nalivko G.V. Nekotorye voprosy intensivatsii sushki tabaka. Sushka i fermentatsiya /

G.V. Nalivko, A.G. Petrenko, V.V. Ivchenko. – Krasnodar: Sovetskaya Kuban, 1970 – 264 s. (Sb. n.-i. rabot VNIi tabaka i makhorki: Vyp.168).

4. Leonov I.P. Ustroistvo dlia povrezhdeniia cherezhkov i srednei zhilki tabachnykh listev s odnovremennym vyravnivaniem pachek / I.P. Leonov, E.A. Smailov // Tabak. – 1983. – No. 3. – S. 43-46.

5. Smailov E.A. Povyshenie effektivnosti tabakoprishivnoi mashiny s pomoshchiu ustroistva dlia vyravnivaniia sloia listev tabaka: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.01 / E.A. Smailov. – Krasnodar, 1985. – 25 s.

6. А.с. 991988 (СССР). Устройство для закрепления табачных листьев на шнуре / I.P. Leonov, E.A. Smailov; Krasnodar, KSKhI. – Opubl. Biul. izobr., No. 4. – 1983. – S. 8.



УДК 633.1:631.86(571.150)

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-231-1-27-37

**О.И. Антонова, Л.А. Ступина, И.А. Косачев,
Е.М. Комякова, В.С. Курсакова,
М.Н. Третьякова, Н.В. Акулинин**
O.I. Antonova, L.A. Stupina, I.A. Kosachev,
E.M. Komyakova, V.S. Kursakova,
M.N. Tretyakova, N.V. Akulinin

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩЕГО ПРЕПАРАТА «NATURAGRO ECOGROW» НА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕ В УСЛОВИЯХ БИЙСКО-ЧУМЫШСКОЙ ЗОНЫ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

EXPERIENCE OF USING SILICON-CONTAINING FERTILIZER NATURAGRO ECOGROW ON SPRING WHEAT UNDER THE CONDITIONS OF THE BIYA-CHUMYSH AREA OF THE ALTAI REGION

Ключевые слова: кремнийсодержащие препараты, органоминеральное удобрение EcoGrow, яровая пшеница, питательный режим, биологическая активность почвы, урожайность, элементы структуры урожая, качество зерна.

При переходе к органическому земледелию применение удобрений, содержащих биологически активные компоненты, является одним из самых востребованных. Включение в технологии возделывания яровой пшеницы препаратов с содержанием активного кремния позволяет получить достаточно высокий эффект. Целью исследований являлось изучение влияния препарата «NaturAgro EcoGrow» при включении его в технологию выращивания яровой пшеницы на агрохимические и биологические свойства черноземной почвы, а также на показатели элементов структуры урожая, урожайность и качество зерна. Опыт был заложен в Центральной зоне Алтайского края. Возделывали яровую пшеницу сорта Буран с использованием препарата для обработки семян в дозе 15 л/т и подкормки по вегетации в дозе 1,5 и 2,0 л/га. При использо-

вании EcoGrow установлено повышение влажности почвы на 0,3-2,1%, незначительное снижение обеспеченности почвы минеральными формами азота, подвижного фосфора и калия и увеличение уровня подвижной серы, особенно при подкормках в дозе 2,0 л/га. В опыте отмечается снижение общей биогенности почвы при повышении коэффициента минерализации с 1,08 до 1,13-1,75. В растениях увеличивалось содержание сухой массы на 2,2-2,8 г, азота – на 0,48-2,58%, фосфора – с 0,18 до 0,19-0,23%, при снижении уровня калия. Отмечено повышение продуктивной кустистости на 0,04-0,80, количества колосков в колосе – с 13,4 до 13,9-14,3 шт., количества зерен – с 38,6 до 38,8-43,4 шт., массы зерна 1 колоса – на 0,02-0,13 г. Четкой зависимости изменения элементов продуктивности от дозы и срока подкормки не выявлено, но обработки в дозе 1,5 л/га в условиях засушливой первой половины вегетации были более эффективны. Наложение подкормок на обработанные семена в дозах 1,5 и 2 л/га в разные фазы достоверно позволяет получить прибавку в урожае пшеницы от 0,59 до 1,72 т/га, что составляет 12,8-37,4% к контролю. При этом повышается содержание белка с