

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТАБАКА, МАХОРКИ И ТАБАЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ» (ФГБНУ ВНИИТТИ)

FEDERAL STATE BUDGETARY SCIENTIFIC INSTITUTION
ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF TOBACCO, MAKHORKA AND
TOBACCO PRODUCTS (FSBSI ARSRITTP)

**Состояние и перспективы мировых научных исследований
по табаку, табачным изделиям и инновационной
никотинсодержащей продукции**

I Международная научная конференция
17 ноября 2020 года

**Global studies of tobacco, tobacco products, and innovative
nicotine-containing products: status and perspectives**

I International scientific conference
November 17, 2020

Краснодар
2020

УДК 663.97.001.08

ББК 65.57.01

С 66

Состояние и перспективы мировых научных исследований по табаку, табачным изделиям и инновационной никотинсодержащей продукции: сборник научных трудов международной научной конференции (17 ноября 2020 года). – Краснодар: Просвещение-Юг, 2020. – 220 с.

Global studies of tobacco, tobacco products, and innovative nicotine-containing products: status and perspectives: collection of scientific papers International scientific conference (November 17, 2020). – Krasnodar: Prosveschenie-Yug, 2020. – 220 p.

ISBN 978-5-93491-867-6

В сборнике представлены доклады участников I Международной научной конференции «Состояние и перспективы мировых научных исследований по табаку, табачным изделиям и инновационной никотинсодержащей продукции», организованной и проведенной Федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий» (ФГБНУ ВНИИТТИ, Краснодар, РФ). Конференция состоялась 17 ноября 2020 г. в онлайн формате на сайте <https://tobacco-science.ru>. Партнером конференции выступила компания Philip Morris International (PMI).

Все статьи представлены в авторской редакции.

The collection contains reports of the participants of the I International Scientific Conference “ Global studies of tobacco, tobacco products, and innovative nicotine-containing products: status and perspectives “, organized and conducted by the Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products (FSBSI ARSRITTP, Krasnodar, RF). The conference took place on November 17, 2020 in online format at <https://tobacco-science.ru>. The conference partner was Philip Morris International (PMI).

All articles are presented in the author's edition.

ISBN 978-5-93491-867-6

© Авторы научных статей, 2020

© ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий» (ФГБНУ ВНИИТТИ), 2020

© Authors of scientific articles, 2020

© FGBNU “All-Russian Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products”(FSBSI ARSRITTP), 2020

Содержание

Гнучих Е.В.

7. Приветственное слово участникам конференции

10. Табачные изделия

Пережогина Т.А., Дурунча Н.А., Попова Н.В., Остапченко И.М., Зайцева Т.А., Медведева С.Н., Покровская Т.И., Еремина И.М., Кокорина Л.В., Галич И.И., Глухов Д.К., Анушиян С.Г., Медведев А.В.

10. Актуальные вопросы качества и безопасности табачных изделий и инновационных видов продукции
Миргородская А.Г., Бубнова Н.Н., Шкидюк М.В., Бедрицкая О.К.
27. Факторы, определяющие уровень токсичности табака для кальяна
Кандашкина И.Г., Самойленко Н.П., Смирнова Е.Ю., Белинская Н.Г., Малеванная И.Е., Громова Л.И., Мирных Л.А.
36. Разработка нормативной документации на табачную продукцию и новые виды никотинсодержащей продукции
Саломатина Е.В.
52. Развитие российской табачной отрасли в условиях внешних вызовов
Миџа Е.Д., Kazazi F.
61. Quality production effects of illicit tobacco to the albanian consumers

69. Инновационная никотинсодержащая продукция

Медведева С.Н., Зайцева Т.А., Пережогина Т.А., Дурунча Н.А.

69. Сравнительный анализ содержания токсичных веществ в аэрозоле контрольной сигареты 3r4f и изделий из табака нагреваемого
Миргородская А.Г., Шкидюк М.В., Бубнова Н.Н., Калашников С.В., Дон Т.А., Жабенцова О.А.
78. Исследование токсичных веществ: карбонильных соединений и табачных специфических нитрозаминов в дыме сигарет и аэрозоле различных систем доставки никотина
Дон Т.А., Калашников С.В., Миргородская А.Г., Шкидюк М.В.
92. Исследование инновационных видов нетабачной никотинсодержащей продукции орального потребления

101. Табак и первичная обработка табака

Иваницкий К.И.

101. Использование геномов устойчивости диких видов рода *Nicotiana* в селекции табака
Miceska G., Dimitrieski M., Zdraveska N.
120. Chemical properties of some dihaploid varieties and lines from type Prilep

- Dimitrieski M., Miceska G., Gveroska B., Zdraveska N.*
133. Chemical composition of tobacco of the variety Prilep 66 9 produced by applying the measures of integrated production in comparison with the traditional production of tobacco
Zdraveska N., Dimitrieski M., Miceska G., Gveroska B.
138. Physical compositions of tobacco of the variety Prilep 66 9 produced by applying the measures of integrated production in comparison with the traditional production of tobacco
Плотникова Т.В., Соболева Л.М., Сидорова Н.В., Тютюнникова Е.М., Гвоздецкая С.В., Санин М.Ю.
142. Современные направления в технологии возделывания и защиты табака
Gveroska B.
155. TRICHODERMA biocontrol agents for tobacco seedlings protection
Chin N.V., Thai N.H., Thuy N.T.
166. Research effect of potato virus y on growth, yield and chemical composition of flue-cured tobacco in north of Vietnam
Виневский Е.И., Бубнов Е.А., Виневская Н.Н., Пестова Л.П., Огняник А.В., Ульяновченко Е.Е., Чернов А.В.
177. Инновационные мало – и безотходные технологии в табачной отрасли
Шорсткий И.А., Виневская Н.Н.
193. Перспективы применения микроплазменной обработки табачных листьев для последующей переработки
Arsov Z., Kabranova R.
198. A new approach in the production of oriental tobacco in North Macedonia
Pashovska S.
211. Economic and social aspects of the tobacco production in the republic of North Macedonia
218. Решение I Международной научной конференции «Состояние и перспективы мировых научных исследований по табаку, табачным изделиям и инновационной никотинсодержащей продукции»

Content

Gnuchikh E.V.

7. Welcome speech to the conference participants

10. Tobacco products

Perezhogina T.A., Duruncha N.A., Popova N.V., Ostapchenko I.M., Zaitseva T.A., Medvedeva S.N., Pokrovskaya T.I., Eremina I.M., Kokorina L.V., Galich I.I., Glukhov D.K., Anushyan S.G., Medvedev A.V.

10. Current issues of quality and safety of tobacco products and innovative products

Kandashkina I.G., Samoilenko N.P., Smirnova E.Y., Belinskaya N.G., Malevanaya I.E., Gromova L.I., Mirnykh L.A.

27. Development of regulatory documentation for tobacco products and new types of nicotine-containing products

36. *Mirgorodskaya A.G., Bubnova N.N., Shkidyuk M.V., Bedritskaya O.K.*
Factors that determine the level of toxicity of hookah tobacco
Salomatina E.V.

52. Evolution of the russian tobacco industry in the conditions of external calls
Muça E.D., Kazazi F.

61. Quality production effects of illicit tobacco to the albanian consumers

69. Innovative-nicotine containing products

Medvedeva S.N., Zaitseva T.A., Perezhogina T.A., Duruncha N.A.

69. Comparative analysis of the content of toxic substances in the aerosol of a 3r4f control cigarette and heated tobacco products

Mirgorodskaya A.G., Shkidyuk M.V., Bubnova N.N., Kalashnikov S.V., Don T.A., Zhabentsova O.A.

78. Research toxic components: carbonyls compounds in cigarette smoke and in aerosol nicotine delivery systems

Don T.A., Kalashnikov S.V., Mirgorodskaya A.G., Shkidyuk M.V.

92. Reserch of innovative types of non-tobacco nicotine-containing products for oral consumption

101. Leaf tobacco and processing

Ivanitsky K.I.

101. Use of resistance genomes of wild species of the genus *Nicotiana* in tobacco breeding

Miceska G., Dimitrieski M., Zdraveska N.

120. Chemical properties of some dihaploid varieties and lines from type Prilep

- Dimitrieski M., Miceska G., Gveroska B., Zdraveska N.*
133. Chemical composition of tobacco of the variety Prilep 66 9 produced by applying the measures of integrated production in comparison with the traditional production of tobacco
Zdraveska N., Dimitrieski M., Miceska G., Gveroska B.
138. Physical compositions of tobacco of the variety Prilep 66 9 produced by applying the measures of integrated production in comparison with the traditional production of tobacco
Plotnikova T.V., Soboleva L.M., Sidorova N.V., Tyutyunnikova E.M., Gvozdetskaya S.V., Sanin M.Yu.
142. Modern trends in tobacco cultivation and protection technologies
Gveroska B.
155. Trichoderma biocontrol agents for tobacco seedlings protection
Chin N.V., Thai N.H., Thuy N.T.
166. Research effect of potato virus Y on growth, yield and chemical composition of flue-cured tobacco in north of Vietnam
Vinevskii E.I., Bubnov E.A., Vinevskaia N.N., Pestova L.P., Ognyanik A.V., Ulyanchenko E.E., Chernov A.V.
177. Innovative low – and waste-free technologies in the tobacco industry
Shorstkii I.A., Vinevskaia N.N.
193. Prospects for the use of microplasma treatment of tobacco leaves for further processing
Arsov Z., Kabranova R.
198. A new approach in the production of oriental tobacco in North Macedonia
Pashovska S.
211. Economic and social aspects of the tobacco production in the republic of North Macedonia
218. Decision of the I International Scientific Conference “Global studies of tobacco, tobacco products, and innovative nicotine-containing products: status and perspectives”

Приветственное слово участникам конференции

Гнучих Е.В., д-р техн. наук

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий», Российская Федерация, г. Краснодар

Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий является федеральным государственным бюджетным научным учреждением, единственным в России, которое осуществляет научные исследования по проблемам развития аграрного и промышленного производства табака, табачного сырья и табачных изделий, инновационной никотинсодержащей продукции.



Идея создания опытного учреждения по табаку относится к началу XX столетия, в 1911 г. было принято решение об устройстве лаборатории опытного табаководства на юге России. Официальный статус научного учреждения по табаку получен в 1914 году после открытия Екатеринодарской лаборатории опытного табаководства (ЕЛОТ) в г. Екатеринодаре. В 20-х годах XX века в институте начинает развиваться химия табака под руководством талантливого ученого академика ВАСХНИЛ, доктора с.-х. наук Александра Александровича Шмука, имя которого известно всему миру. В это же время член-корреспондент, профессор Александр Иванович Смирнов разрабатывает и внедряет технологию ферментации табачного сырья вместо технологии старения. Основное направление работ в советское время – это создание высокопродуктивных сортов табака устойчивых к болезням и вредителям для различных зон выращивания, разработка эффективных технологий послеуборочной обработки табака, ферментации табачного сырья, разработка методов контроля качества.

Этими вопросами занимались коллективы различных лабораторий под руководством таких ученых Елизавета Псарева, Виктор Космодемьянский, Михаил Терновский, Александра Терентьева. В 1970-е - 1980-е годы направления работ были расширены, проводились работы по технологии производства табачных изделий, химии табачного дыма под руководством профессора Игоря Мохначева.

И в прошлом, и в настоящем институт находится в тесной связи с табачной отраслью для обеспечения потребителей конкурентоспособной продукцией высокого качества и пониженной токсичности.

В настоящее время направленность научных исследований института разнообразна и широка. Институт проводит исследования по селекции и генетике; семеноводству; институт является обладателем уникального генофонда коллекции рода Никоциана, включающего 4,5 тыс. сортообразцов табака, 400 сортообразцов махорки и около 40 диких видов рода Никоциана. Проводятся исследования по агротехнологии и защите табака от вредных организмов; механизации технологических процессов; технологиям послеуборочной обработки, промышленной переработки табака и производства табачных изделий; химии табака и табачных изделий; стандартизации, сертификации и контролю качества продукции; экономике производства табачной отрасли.

Институт активно занимается исследованиями инновационной никотинсодержащей продукции: табака нагреваемого, различных систем доставки никотина (электронных сигарет), продукции орального потребления. Доклады по всем направлениям работ института представлены на конференции.

В институте в течение более 25 лет действуют аккредитованные Орган по сертификации и Испытательный центр табака и табачных изделий, Орган по сертификации проводит работу по оценке соответствия, а Испытательный центр осуществляет испытания по показателям качества и безопасности табачной продукции, производимой табачными компаниями на территории России, Казахстана, Беларуси, Украины, Армении, Молдавии др., которые обращаются в институт как к независимой государственной организации.

В институте действует Технический комитет по стандартизации ТК/МТК 153 «Табак и табачные изделия», который проводит организацию разработки стандартов. Сотрудники института участвуют в деятельности международного технического комитета ИСО/ТК 126 «Табак и табачные изделия» и в организации CORESTA.

Для повышения квалификации специалистов отрасли и различных государственных структур действует Учебный центр и аспирантура для обучения аспирантов института.

Для освещения результатов своей работы институт организует и проводит различные научно-практические конференции и семинары.

Данная конференция очень важна, так как позволит познакомиться с научными исследованиями различных институтов, которые занимаются изучением табака и находятся в разных странах.

Цели и задачи конференции:

- ознакомление с результатами фундаментальных и прикладных исследований, разработками и применением технологий в селекции, агротехнологии и защите табака от вредных организмов; послеуборочной обработке табака; производства и контроля качества табачных изделий и инновационной никотинсодержащей продукции;
- предоставление всем заинтересованным участникам конференции возможности обсуждения представленных исследований и разработок;
- предоставление учёным, специалистам научных и образовательных организаций возможности обмена информацией и мнениями по вопросам состояния табачной отрасли;
- установление новых и укрепление состоявшихся связей среди участников конференции.

Партнером конференции выступила компания Philip Morris International (PMI).

ТАБАЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ TOBACCO PRODUCTS

DOI: 10.48113/496_2020_10-26

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ТАБАЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ИННОВАЦИОННЫХ ВИДОВ ПРОДУКЦИИ

*Пережогина Т.А., Дурунча Н.А., Попова Н.В., Остапченко И.М., Зайцева Т.А.,
Медведева С.Н., Покровская Т.И., Еремина И.М., Кокорина Л.В., Галич И.И.,
Глухов Д.К., Анушян С.Г., Медведев А.В.*

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки
и табачных изделий», Российская Федерация, г. Краснодар

Аннотация. В статье приведены правовые основы регулирования табачной и инновационной никотинсодержащей продукции в России, результаты фундаментальных и приоритетных научных исследований по разработке методологии комплексной оценки табачных и инновационных видов изделий. Освещены вопросы подготовки и проведения межлабораторных сравнительных испытаний, проведения испытаний табачной и инновационной никотинсодержащей продукции для целей оценки соответствия требованиям нормативных документов.

Ключевые слова. Всемирная организация по здравоохранению, Россия, табак, табачные изделия, качество, безопасность, инновационные продукты, аэрозоль, токсичные компоненты.

TOPICAL QUALITY AND SAFETY ISSUES OF TOBACCO PRODUCTS AND INNOVATIVE PRODUCTS

*Perezhogina T.A., Duruncha N.A., Popova N.V., Ostapchenko I.M., Zaitseva T.A.,
Medvedeva S.N., Pokrovskaya T.I., Eremina I.M., Kokorina L.V., Galich I.I., Glukhov
D.K., Anushyan S.G., Medvedev A.V.*

FSBSI “All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Makhorka and
Tobacco Products”, Russian Federation, Krasnodar

Absrract. The article presents the legal basis for the regulation of tobacco and innovative nicotine-containing products in Russia, the results of fundamental and priority scientific research on the development of a methodology for a comprehensive assessment of tobacco and innovative types of products. The issues of preparation and conduct of Collaborative Study, testing tobacco and innovative nicotine-containing products in order to assess compliance with the requirements of regulatory documents.

Keywords. World Health Organization, Russia, tobacco products, quality, safety, innovative products, aerosol, toxic components.

Во всем мире потребление табака является серьезной медико-социальной и экономической проблемой. Рамочная конвенция ВОЗ по борьбе против табака (РКБТ ВОЗ), принятая и подписанная странами-участницами в 2005 г., стала первым договором, принятым под эгидой ВОЗ, а введенный в 2008 году комплекс шести мер, стал инструментом для практической реализации положений РКБТ [1].

К шести мерам пакета MPOWER относятся:

- мониторинг потребления табака и принятие мер по его профилактике;
- защита людей от употребления табака;
- обеспечение помощи в отказе от употребления табака;
- предупреждение об опасности употребления табака;
- введение и исполнение полного запрета на рекламу, стимулирование продаж и спонсорство;
- повышение налогов на табачные изделия.

В 2008 году Россия присоединилась к Рамочной конвенции ВОЗ по борьбе против табака, и был принят Федеральный закон № 51-ФЗ от 24.04.08 «О присоединении Российской Федерации к Рамочной конвенции ВОЗ по борьбе против табака» [2].

В 2013 году принят и введен в действие Федеральный закон № 15-ФЗ от 23.02.2013 г. «Об охране здоровья населения от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака», определяющий основные направления борьбы с потреблением табака [3].

Наряду с мерами, направленными на предотвращение воздействия окружающего табачного дыма и сокращение потребления табака, закон также предусматривает систематический мониторинг и оценку эффективности реализации этих мер [4].

В связи с появлением на рынке России новых видов инновационной табачной и никотинсодержащей продукции, на основании Федерального закона от 31.07.2020 № 303-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросу охраны здоровья граждан от последствий потребления никотинсодержащей продукции» [5] в Федеральный закон № 15-ФЗ от 23.02.2013 г. внесены изменения. В настоящее время он называется «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака или потребления никотинсодержащей продукции» [4].

Лаборатория химии и контроля качества выполняет большой объем научно-исследовательской работы по разработке методологии комплексной оценки табачных и инновационных никотинсодержащих изделий на основе современных методов контроля безопасности и качества продукции. Направленность этой работы в первую очередь определяется нуждами производства и рынка.

Так, в лаборатории проведены исследования по:

- Разработке теоретических основ и руководства для снижения пожароо-

пасности сигарет на основе сравнительного анализа обычных сигарет и сигарет с пониженной склонностью к воспламенению, оценки склонности сигарет к воспламенению поверхностей с различными теплопроводными свойствами и тканей различной плотности и состава.

- Разработке устройства для определения токсичных компонентов в выдыхаемом курильщиком дыме и методики определения токсичных компонентов табачного дыма (никотина, смолы, монооксида углерода) во вдыхаемом и выдыхаемом табачном дыме.

Материалом для исследований послужили 28 марок сигарет разного формата и конструкций с различным содержанием никотина и смолы, с добавлением и без добавления ароматизаторов. Параметры прокуривания на курительной машине были установлены на основании изучения манеры курения ста добровольных участников эксперимента, являющихся постоянными курильщиками (Таблица 1).

Таблица 1. Режимы прокуривания на курительной машине опытных образцов сигарет

Код режима	Объем затяжки, мл	Продолжительность затяжки, с	Интервал между затяжками (пауза), с	Блокировка вентиляции, %
35-2-60	35	2	60	0
55-2-30	55	2	30	100
35-2-30	35	2	30	0
55-2-50	55	2	50	0
60-2-30	60	2	30	0
60-2-60	60	2	60	0
45-2-50	45	2	50	0

Как видно из данных, приведенных в таблице 1, прокуривание проводилось по семи режимам с объемом затяжки от 35 до 60 мл, временем затяжки 2 секунды и паузами между затяжками от 30 до 60 секунд. Только при одном режиме (ИСО-интенсивный) вентиляционные отверстия полностью блокировались.

Таким образом, были использованы два стандартных режима прокуривания (ИСО и ИСО-интенсивный) [6, 7], а остальные пять определены по результатам топографических исследований параметров курения в естественных условиях.

По полученным данным были построены калибровочные кривые, рассчитаны соответствующие уравнения регрессии, связывающие оптическую плотность экстрактов, полученных из части окурка, с количествами токсичных компонентов, содержащихся в твердожидкой фазе главной струи дыма при прокуривании на курительной машине. Установлена возможность количественной оценки реально потребляемых курильщиками смолы, никотина и монооксида углерода. Была получена возможность по результатам анализа

окурков сигарет судить о содержании токсичных компонентов в главной струе табачного дыма.

Количество токсичных компонентов табачного дыма, которые реально вдохнул курильщик, рассчитывалось по разнице между количеством компонента, содержащемся во вдыхаемом дыме, и его количеством в выдыхаемом дыме. Результат выражался в мг/сиг компонента и % компонента относительно вдыхаемого количества дыма.

Результаты этой работы позволили накопить фактический материал по количеству реально потребляемых токсичных компонентов курильщиками, так как методика оценки реально потребляемых количеств никотина и смолы в табачном дыме объективно отражает индивидуальный процесс курения. Совпадение результатов статистической обработки данных разных лет свидетельствует о достоверности полученных метрологических характеристик метода.

Экспериментально подтверждено, что содержание смолы и никотина реально потребляемые участниками эксперимента, выше результатов, полученных с помощью машинного прокуривания по стандартному методу ИСО, и ниже данных, полученных по ИСО-интенсивный. В отдельных случаях результаты различались по маркам сигарет и по манере курения, а иногда результаты прокуривания были выше данных, полученных с помощью интенсивного метода прокуривания ИСО.

По результатам определения основных показателей токсичности табачного дыма - никотина, смолы и монооксида углерода - можно с большой вероятностью предполагать о количественном содержании в дыме других токсичных компонентов. На основании проведенных исследований рассчитаны уравнения регрессии, связывающие содержание смолы и монооксида углерода с содержанием ряда компонентов табачного дыма, в том числе акролеина и цианистого водорода, с высокими коэффициентами корреляции (таблица 2).

Таблица 2. Уравнения регрессии, связывающие содержание смолы и монооксида углерода с содержанием акролеина и цианида водорода в табачном дыме

Определяемый компонент табачного дыма	Известный компонент табачного дыма	
	Смола	Монооксид углерода
Акролеин	$y=5.335 \times x + 1.198$ $R^2=0.84$ y – количество акролеина, мкг/сиг x – количество смолы, мг/сиг	$y=5.433 \times x - 1.609$ $R^2=0.91$ y – количество акролеина, мкг/сиг x – количество монооксида углерода, мг/сиг
Цианистый водород	$y=11.503 \times x - 4.249$ $R^2=0.93$ y – количество цианистого водорода, мкг/сиг x – количество смолы, мг/сиг	$y=11.207 \times x - 6.224$ $R^2=0.93$ y – количество цианистого водорода, мкг/сиг x – количество монооксида углерода, мг/сиг

Проверка корректности применения предлагаемых уравнений корреляции для данных фактического содержания акролеина и цианистого водорода показала, что расчетное содержание компонента и его аналитически определенное количество статистически не различимы. Доказана возможность использования этих уравнений в практической работе лаборатории для прогнозирования и оценки содержания акролеина и цианистого водорода в газовой фазе табачного дыма.

Проведение исследований новых видов никотинсодержащей продукции было продиктовано быстро растущим спросом на эти виды инновационной продукции.

Необузданный рост никотинсодержащих изделий, имитирующих и/или замещающих потребление традиционных табачных изделий, стал ответом на реализацию мер Всемирной организации здравоохранения по борьбе с табаком.

Производители данных видов продукции позиционируют её как продукцию с пониженным риском для здоровья потребителей. Для проверки этих утверждений необходимо проведение исследований различных видов никотинсодержащей продукции.

Анализ нормативной документации России и Евразийского экономического союза показал, что ни требования технического регламента таможенного союза ТР ТС 035/2014 [8], ни Федерального закона № 268-ФЗ [9] не регулируют эти виды продукции.

Медицинские сотрудники всего мира утверждают, что если никотинсодержащая продукция содержит никотин, то не является безвредной, и вопрос обеспечения безопасности такой продукции стоит достаточно остро из-за отсутствия данных о длительном воздействии никотинсодержащей продукции на здоровье.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) признала необходимость внимательного изучения никотинсодержащей продукции, предложила осуществлять мониторинг в сфере научных исследований, изучения рыночных тенденций и потребления. Исследовательская группа ВОЗ по регулированию табачных изделий (TobReg) подготовила доклад по отдельным токсичным компонентам и отметила, что регулирование в этой области сильно отстает.

В решении FCTC/COP8(22) «Инновационные и новые табачные изделия» восьмой сессии Конференции Сторон Рамочной конвенции ВОЗ по борьбе против табака, состоявшейся в Женеве (Швейцария) в октябре 2018 г. [10], говорится, что Секретариат Конвенции обращается к ВОЗ и, при необходимости, к Сети табачных лабораторий ВОЗ (TobLabNet) с предложением:

- подготовить всеобъемлющий доклад о научных исследованиях и фактических данных об инновационных и новых видах табачных изделий;
- рассмотреть химические и физические процессы, которые претерпевают эти изделия во время использования, в том числе выполнив анализ состава выделяемых ими продуктов;

- оценить, возможно ли с помощью стандартных методов определить состав этих изделий и выделяемых ими продуктов;
- дать рекомендации, сообразно необходимости разработки подходящих методов для анализа состава этих изделий и выделяемых ими продуктов;
- подготовить предложения по регулированию и раскрытию состава инновационных и новых видов табачных изделий в соответствии со статьями 9 и 10 РКБТ ВОЗ.

Конференция Сторон (КС) РКБТ ВОЗ поручила сети TobLabNet разработать методы лабораторного анализа содержания 12 соединений, которые в дальнейшем были объявлены приоритетными и наиболее важными объектами мониторинга [11].

Комитет TobReg рекомендовал законодательно ограничить концентрацию девяти токсичных компонентов сигаретного дыма (ацетальдегид, акролеин, формальдегид, бензол, 1,3-бутадиен, бенз(а)пирен, монооксид углерода, табачные специфические нитрозамины NNN и NNK), а три других были признаны компонентами, содержание которых подлежит приоритетному анализу (никотин, увлажнители и аммиак) [12, 13]. Поскольку многие страны до сих пор используют метод ИСО для регулирования состава табачных изделий, принципы, лежащие в основе некоторых из этих методов, использовались при разработке и апробировании методов TobLabNet. Ряд методов TobLabNet содержит ссылки на методы ИСО. Причина упоминания стандартов ИСО заключается в том, что методы TobLabNet также апробированы для режимов тестирования с открытыми отверстиями для вентиляции фильтров, как это делается в исследованиях по методу ИСО.

ВОЗ призывает снижать содержание в табачном дыме девяти токсичных компонентов и подчеркивает, что с учетом принципа потребления никотинсодержащей продукции можно экстраполировать данные выводы ВОЗ и на никотинсодержащую продукцию.

В Евразийском экономическом союзе никотинсодержащая продукция включена в «Единый перечень продукции, в отношении которой устанавливаются обязательные требования в рамках Таможенного союза» [14]. В заключении проекта решения Совета Евразийской экономической комиссии об оценке регулирующего воздействия сказано, что включение никотинсодержащей продукции и безникотиновых жидкостей для систем доставки никотина в Единый перечень позволит:

- разработать и установить обязательные требования к такой продукции, в том числе в части маркировки и оценки соответствия никотинсодержащей продукции и безникотиновых жидкостей для систем доставки никотина;
- обеспечить государственный контроль за выпуском в обращение никотинсодержащей продукции и безникотиновых жидкостей для систем доставки никотина, которые могут нанести вред здоровью потребителей;

- обеспечить потребителей никотинсодержащей продукции и безникотиновых жидкостей для систем доставки никотина информацией о возможности причинения вреда и (или) нанесения ущерба жизни и (или) здоровью.

Наличие обязательных требований к никотинсодержащей продукции и безникотиновым жидкостям для систем доставки никотина позволит устранить с рынка продукцию, не соответствующую обязательным требованиям, в частности:

- продукцию, которая содержит ингредиенты, опасные для здоровья человека;
- продукцию, аэрозоль которой содержит вредные вещества в концентрациях, превышающих установленные пределы;
- продукцию в упаковке, не защищенную от вскрытия детьми, а также от протекания;
- продукцию в упаковке, не содержащую информацию, необходимую для предупреждения потребителей о рисках, связанных с использованием продукции.

В настоящее время идет активная подготовка к разработке технического регламента Таможенного союза на никотинсодержащую продукцию (электронные системы доставки никотина, нагреваемый табак, никотинсодержащие изделия орального потребления и др.), в котором будут закреплены обязательные требования к этим видам продукции.

Для разработки предложений по установлению в рамках Евразийского экономического союза обязательных требований к новым видам никотинсодержащей продукции и выработки рекомендаций по механизму их реализации в институте проводились исследования:

- электронных систем доставки никотина (ЭСДН);
- электрических систем нагревания табака (ЭСНТ);
- никотинсодержащих изделий орального потребления (никпэков).

Отсутствие в России данных по содержанию токсичных компонентов в аэрозоле ЭСДН и ЭСНТ привели к необходимости исследования данных видов продукции и сравнении содержания этих компонентов с эталонной сигаретой 3R4F, а также наиболее популярными на рынке России марками сигарет.

Исследования никотинсодержащей продукции проводились с целью выработки научно обоснованных предложений и рекомендаций о возможности установления требований безопасности к этим видам продукции.

Для подготовки предложений и рекомендаций по установлению требований безопасности к никотинсодержащей продукции проведено исследование её различных видов по содержанию никотина, пропиленгликоля, глицерина в наполнителе и жидкостях и девяти приоритетных токсичных компонентов по списку ВОЗ в аэрозоле.

С этой целью были изучены различные виды никотинсодержащей продукции:

- жидкости для ЭСДН;
- наполнители картриджей для ЭСДН;
- одноразовые ЭСДН;
- ЭСДН со сменными картриджами;
- ЭСДН с емкостью (баком) для заполнения жидкостью;
- две электрические системы нагревания табака.

Для проведения исследований в лаборатории были разработаны, адаптированы, валидированы следующие методы анализа:

- Сбор аэрозоля и определение содержания влажного конденсата в аэрозоле изделий с нагреваемым табаком (табака нагреваемого), определение содержания монооксида углерода в газовой фазе аэрозоля;
- Определение содержания летучих органических веществ (бензола и 1,3-бутадиена) в аэрозоле изделий с нагреваемым табаком (табака нагреваемого);
- Определение содержания летучих органических веществ (бензола и 1,3-бутадиена) в аэрозоле изделий с нагреваемым табаком (табака нагреваемого);
- Сбор аэрозоля и определение содержания влажного конденсата в аэрозоле жидкостей для систем доставки никотина (СДН);
- Определение содержания летучих органических веществ (бензола и 1,3-бутадиена) в аэрозоле изделий с нагреваемым табаком (табака нагреваемого);
- Определение содержания летучих органических веществ в жидкостях для систем доставки никотина (СДН);
- Определение содержания полициклических ароматических углеводородов (бенз[а]пирена) в жидкостях для систем доставки никотина (СДН);
- Определение содержания полициклических ароматических углеводородов (бенз[а]пирена) в аэрозоле никотинсодержащей продукции (НСП);
- Определение содержания никотина, глицерина и пропиленгликоля в аэрозоле никотинсодержащей продукции (НСП).

До проведения процедуры сбора аэрозоля был проведен анализ 16-ти образцов никотинсодержащих жидкостей на соответствие требованиям ГОСТ Р 58109-2018 [15]. Результаты исследований показали, что только 25 % образцов соответствовали требованиям ГОСТа по содержанию никотина. Бензола, 1,3-бутадиена и бенз[а]пирена во всех образцах жидкостей не обнаружено.

В отличие от прокуривания сигарет по режиму ИСО-интенсивный, при сборе аэрозоля на ЭСДН использовался прямоугольный профиль затяжки, так как при колоколообразном профиле затяжки скорость воздушного потока была недостаточной для сбора аэрозоля в начале и конце затяжки. При использовании прямоугольного профиля затяжки поток воздуха постоянный и обеспечивает максимальный сбор аэрозоля. Сбор аэрозоля проводился на 20-канальной линейной курительной машине Cerulean SM450.

На количество генерируемого аэрозоля оказывали влияние объем жидкости, напряжение, температура нагревательного элемента, материал из которого изготовлен фитиль, настройка устройства и тип устройства.

Основным фактором, влияющим на количество образующегося аэрозоля, являлась продолжительность активации нагревательного элемента.

Так как емкость стекловолокнистого фильтра \varnothing 44 мм составляет примерно 850 мг аэрозоля, то для каждого устройства проводились предварительные исследования для установления максимально возможного количества затяжек для каждой модели ЭСДН. Сбор аэрозоля проводился при ориентации ЭСДН в горизонтальном положении.

При установке ЭСДН на курительной машине использовались приспособления, позволяющие удерживать их в горизонтальном положении. Цикл последовательных затяжек для разных устройств подбирался индивидуально при проведении предварительных испытаний.

Жидкую фазу аэрозоля улавливали на фильтры из стекловолокна (Cambridge Filter Pad) диаметром 44 мм.

Исчерпывающий сбор аэрозоля проводился по блокам затяжек. Для каждой модели устройств подсчитывался баланс. Для всех циклов и блоков сбора аэрозоля баланс количества жидкости, пошедшей на образование и улавливание аэрозоля, проводился суммированием залитой жидкости, испаренной жидкости и собранного аэрозоля на всех устройствах.

Установлено, что процент сбора аэрозоля на одноразовых системах торговой марки LUXLITE составил от 96 до 98%, а потери - 2-4%. Монооксида углерода в газовой фазе аэрозоля не обнаружено.

При сборе аэрозоля на ЭСДН со сменными капсулами торговой марки Logic Pro отношение израсходованной массы жидкости к массе полученного жидкого аэрозоля составило 87,6% в первом цикле, 96,6% - во втором цикле, 96,4% - в третьем цикле и 85,0% в четвертом цикле. Оценка содержания монооксида углерода в первых, средних и последних блоках затяжек сбора аэрозоля показала, что при наименьшей массе собранного аэрозоля в последнем блоке затяжек, в газовой фазе аэрозоля всех устройств обнаружен монооксид углерода.

При проведении сбора аэрозоля ЭСДН со сменными картриджами торговой марки Von Erl Mu, в данной серии эксперимента, отношение израсходованной массы заправленной жидкости к массе полученного жидкого аэрозоля составило 91,2 %. Все устройства работали, но количество испаряемой жидкости для ЭСДН и генерируемого аэрозоля было неравномерно. Содержание монооксида углерода обнаружено в последних блоках затяжек, и оно увеличивалось по мере замены картриждей с жидкостью, но не превышало 9 мг на 50 затяжек.

Результаты расчета баланса показали, что испарение жидкости при сборе аэрозоля на ЭСДН торговой марки eGo AIO снижалось от цикла в циклу. Так, если в первом цикле остаток жидкости составил 18,6% от залитой, то во

втором и третьем циклах этот показатель составил уже 55,4% и 56,7% соответственно, а в четвертом цикле – 80%. Результаты проведенного баланса свидетельствуют о плохой работе всех устройств eGo AIO в период длительной эксплуатации.

Установлено, что в первом блоке затяжек монооксид углерода не обнаружен. Во втором блоке затяжек монооксид углерода обнаружен в газовой фазе отдельных устройств, а в третьем и четвертом блоках затяжек отмечено образование монооксида углерода в газовой фазе аэрозоля почти на всех устройствах, причем содержание СО в газовой фазе, собранной на этих устройствах увеличилось. При повторных перезарядках баков в газовой фазе аэрозоля всех ЭСДН монооксид углерода обнаружен в газовой фазе аэрозоля всех блоков затяжек.

Исследование работы устройства с переправляемым баком торговой марки iKuu i200 с бакомайзером Melo 4 показало, что сбор аэрозоля на разных устройствах проходил неравномерно.

Результаты баланса при сборе аэрозоля на первых восьми устройствах были следующими:

- отношение массы залитой жидкости к израсходованной составило от 77 до 78 %;
- отношение массы израсходованной жидкости к массе аэрозоля – от 49 до 56 %;
- отношение массы залитой жидкости к массе аэрозоля – от 37 до 44 %.

При сборе аэрозоля на следующих шести устройствах:

- отношение массы залитой жидкости к израсходованной составило от 76 до 90 %;
- отношение массы израсходованной жидкости к массе аэрозоля – от 49 до 69 %;
- отношение массы залитой жидкости к массе аэрозоля – от 37 до 56 %.

Необходимо отметить, что на максимальных режимах эти устройства не могут обеспечить равномерную работу.

Устройства генерировали аэрозоль очень неравномерно. Коэффициент вариации для собранной на фильтр массы аэрозоля колебался от 9 до 113 %. Коэффициент вариации результатов по содержанию монооксида углерода в газовой фазе аэрозоля - от 47 до 153 %.

При сборе аэрозоля случались перебои и отказы в работе ЭСДН. Максимально установленное напряжение в 200 Вт падало в процессе эксплуатации устройства в полтора – два раза. Устройства разогревались при эксплуатации, жидкость протекала через уплотнения, а иногда происходил заброс жидкости в канал курительной машины.

С учетом вышеизложенного, работу устройств iKuu i200 с бакомайзером Melo 4, можно охарактеризовать как ненадежную, представляющую опасность для потребителя.

При проведении исследований электрических систем нагревания табака определение содержания никотина, глицерина, пропиленгликоля в аэрозоле проводили с помощью газожидкостного хроматографа с пламенно-ионизационным детектором, монооксида углерода – с помощью недисперсного инфракрасного анализатора, откалиброванного для измерения монооксида углерода в парах и газах, 3,4-бензапирена, 1,3-бутадиена, бензола - на масспектрометрическом комплексе ГХ/МС с масс-селективным детектором в режиме SIM марки GCMS-QP2020 Shimadzu.

На диаграмме представлены результаты определений содержания веществ из списка ВОЗ (монооксид углерода, 3,4-бензапирен, 1,3-бутадиен, бензол) в аэрозоле стиков А1-А4 разных марок для ЭСНТ IQOStm 2.4P и В1-В3 для Glo при сборе аэрозоля по режиму ИСО-интенсивный.

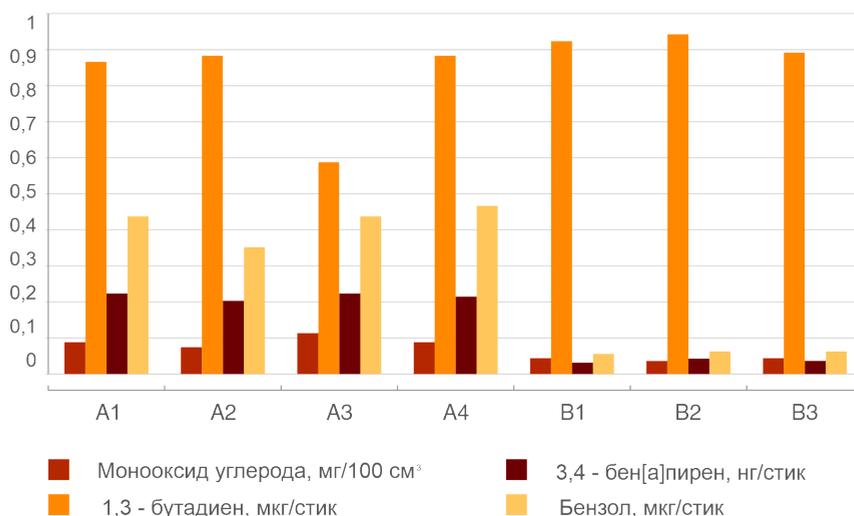


Рисунок. Содержание монооксида углерода, 3,4-бенз[а]пирена, 1,3-бутадиена, бензола в аэрозоле разных марок табака нагреваемого

Как видно из результатов, приведенных на рисунке, содержание определяемых компонентов в аэрозоле табака нагреваемого не превышает: 1 нг/стик 3,4-бенз[а]пирена; 0,11 мг/100 см³ монооксида углерода; 0,46 мкг/стик бензола; 0,2 мкг/стик 1,3-бутадиена.

В таблице 3 приведена сравнительная характеристика содержания определяемых компонентов в аэрозоле изделий из табака нагреваемого и табачном дыме контрольной сигареты 3R4F.

Таблица 3. Оценка содержания токсичных компонентов в аэрозоле изделий из табака нагреваемого по отношению к их содержанию в контрольном образце сигареты 3R4F

Определяемый компонент	Интервал содержания в образцах А1-А4, В1-В3	Содержание в контрольном образце сигарет 3R4F	Интервал от содержания в сигаретах 3R4F
Никотин, мг/шт.	0,2-1,3	1,66	от 20 до 77 %
Монооксид углерода, мг/100 см ³	0,1-05	5,21	от 0,1 до 0,5 %
Бенз[а]пирен, нг/шт.	0,6-7,1	13,17	от 0,6 до 7,1 %
1,3-бутадиен, мкг/шт.	0,02-0,43	64,77	от 0,02 до 0,43 %
Бензол, мкг/шт.	0,05-0,61	83,20	от 0,05 до 0,61 %

Из результатов, приведенных в таблице 3, следует, что по отношению к содержанию определяемых компонентов в контрольной сигарете 3R4F снижение составляет от 93 до 99 %

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 57458-2017 [16] содержание монооксида углерода (СО) в газовой фазе аэрозоля табака нагреваемого должно составлять не более 0,3 мг на 100 см³, что позволяет позиционировать исследуемый продукт как табак нагреваемый и при его потреблении при нагреве не отсутствуют процессы горения и/или тления.

Как видно из рисунка, содержание СО в образцах А1 – А4 находится в интервале от 0,08 до 0,11 мг/100 см³, а в образцах стиков В1 – В3 - в интервале от 0,03 до 0,05 мг/100 см³, что подтверждает отсутствие при нагреве табака нагреваемого процессов горения и тления.

Содержание никотина в аэрозоле образцов А1 – А4 составляет около 1,3 мг/стик, а в образцах В1 – В3 – 0,3-0,4 мг/стик.

Содержание глицерина в образцах А1 – А4 находится в интервале от 5,4 до 5,6 мг/стик, а пропиленгликоля – в интервале от 0,2 до 0,3 мг/стик. В образцах В1 – В3 содержание глицерина составляет 5 мг/стик. Пропиленгликоль в образце В2 не обнаружен, а в образцах В1 и В3 его содержание составляет 0,2-0,3 мг/стик.

Результаты, полученные при проведении исследований, позволяют сделать вывод о том, что присутствующие на рынке России:

- никотиносодержащие жидкости для систем доставки никотина нуждаются в контроле и в ведении регулятивных мер;
- отдельные модели электронных систем доставки никотина небезопасны для потребителя;
- в аэрозоле изделий из табака нагреваемого, используемого с системами нагревания табака, снижение содержания токсичных компонентов (монооксида углерода, 3,4-бенз[а]пирена, 1,3-бутадиена, бензола) по сравнению с контрольным образцом сигарет 3R4F достигает 99 %.

Лаборатория химии и контроля качества института с 1997 года координирует проведение межлабораторных сравнительных испытаний (МСИ). Межлабораторные сравнительные испытания проводятся при установлении метрологических характеристик разрабатываемых методов анализа. В соответствии с требованиями ГОСТ ISO/IEC 17025[17] участие в МСИ является обязательным для аккредитованных лабораторий. Результаты участия в МСИ учитываются при анализе деятельности системы менеджмента качества лаборатории со стороны руководства, экспертов по оценке соответствия критериям аккредитации и аккредитующего органа. Они могут быть использованы для оценки пригодности нестандартных и стандартных методик анализа, демонстрации способности улучшать качество проводимых испытаний, оценке достоверности результатов.

Участие в МСИ позволяет:

- обеспечивать прослеживаемость получаемых результатов;
- сопоставлять результаты, полученные лабораторией, с результатами других участников;
- анализировать работу лаборатории, оценивать качество и определять место среди других лабораторий;
- подтверждать метрологический уровень работы лаборатории;
- выявлять проблемы;
- повышать качество проводимых исследований и/или испытаний;
- облегчать прохождение процедуры оценки соответствия аккредитующим органом.

В отличие от внутрилабораторного контроля качества проведения испытаний, результаты МСИ позволяют получить независимую оценку достоверности результатов испытаний. Положительным моментом участия в МСИ является конфиденциальность информации, гарантированная провайдером. В отчете по МСИ всем лабораториям-участницам присваивается буквенный код, и каждый участник МСИ может оценить свои результаты и сравнить их с результатами других участников, не идентифицируя их.

МСИ основываются на добровольном участии и предусматривают определенные требования к:

- контрольным образцам;
- методам анализа;
- измерительному оборудованию;
- условиям окружающей среды при кондиционировании образцов и проведении испытаний;
- необходимому количеству параллельных определений и т.д.;
- параметры сбора аэрозоля на курительной машине (температура и относительная влажность воздуха, скорость потока воздуха, продолжительность, частоту и объем затяжки, длину окурка).

Помимо проведения периодических МСИ по определению содержания смолы, никотина и монооксида углерода в дыме сигарет лаборатория проводи-

ла МСИ для установления метрологических характеристик методов:

- определения ментола в табачном дыме, табачной мешке и компонентах конструкции сигареты (фильтрах, сигаретной бумаге и фольге). метод газовой хроматографии;
- определения никотина в жидкостях эля электронных систем доставки никотина методом газовой хроматографии;
- определения содержания никотина в нетабачной никотинсодержащей продукции орального потребления.

В настоящее время закончено согласование Порядка проведения МСИ по определению монооксида углерода и окислов азота (NO, NOx) в газовой фазе аэрозоля табака нагреваемого.

В разные годы в МСИ принимали участие лаборатории Германии, Швейцарии, Англии, Ирландии, Белоруссии, Молдовы, Украины, Армении.

Нормативы содержания смолы и никотина в дыме сигарет в России впервые были введены в 1991 году (СанПиН-91 от 22.02.91 г.) [18], но контроль за содержанием регламентируемых компонентов табачного дыма не проводился и только в 1993 году в целях реализации законов РФ «О защите прав потребителей» и «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» Постановлением Госстандарта России № 23 от 08.12.1993 года был утвержден «Порядок сертификации табака и табачных изделий» [19].

В преддверии введения обязательной сертификации табака и табачной продукции и с учетом наличия современного аналитического оборудования, кадров высокой квалификации, обеспеченности актуализированной нормативной документацией и необходимыми условиями проведения испытаний на базе лаборатории химии института был аккредитован первый в России Испытательный центр табака и табачных изделий, действующий и поныне.

Основное направление деятельности испытательного центра – проведение испытаний табачной, никотинсодержащей продукции и табачного сырья для целей подтверждения соответствия техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 035/2014, стандартам и другим нормативным документам. Область аккредитации содержит более 60 видов испытаний. Испытательный центр активно участвует в МСИ проводимых в России, но также принимал участие в МСИ по приглашению Всемирной организацией по стандартизации, Испанского института метрологии, научными центрами транснациональных компаний (Филип Моррис, Бритиш Американ Тобакко, Джи Ти Ай и др.).

Литература

1. Рамочная конвенция ВОЗ по борьбе против табака. Всемирная организация по здравоохранению, Женева, https://whqlibdoc.who.int/publications/2003/9789244591017_en.pdf
2. Федеральный закон № 51-ФЗ от 24.04.08 «О присоединении Российской Федерации к Рамочной конвенции ВОЗ по борьбе против табака».

3. Федеральный закон № 15-ФЗ от 23.02.13 «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака» в редакции от 31.07.2020 г.
4. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации №859н от 15.11.16 «Об утверждении методики проведения мониторинга и оценки эффективности реализации мероприятий, направленных на предотвращение воздействия окружающего табачного дыма и сокращение потребления табака».
5. Федеральный закон № 303-ФЗ от 31.07.2020 “О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросу охраны здоровья граждан от последствий потребления никотинсодержащей продукции”.
6. Технический регламент Таможенного союза «Технический регламент на табачную продукцию» (ТР ТС 035/2014).
7. ГОСТ ISO 3308-2015. Машина обычная лабораторная для прокуривания сигарет (курительная машина). Определения и стандартные условия. М.: Стандартинформ, 2015. 20 с.
8. ISO 20778:2018 Cigarettes – Routine analytical smoking machine – Definitions and standard condition with intense smoking regime.
9. Федеральный закон N 268-ФЗ от 22.12.2008г. “Технический регламент на табачную продукцию”.
10. РЕШЕНИЕ FCTC/COP8(22) Инновационные и новые табачные изделия [https://www.who.int/fctc/cop/sessions/cop8/FCTC_COP8\(22\)_RU.pdf](https://www.who.int/fctc/cop/sessions/cop8/FCTC_COP8(22)_RU.pdf)
11. Decision FCTC/COP3(9). Elaboration of guidelines for implementation of A rticles 9 and 10 (Regulation of the contents of tobacco products and Regulation of tobacco product disclosures). http://apps.who.int/gb/fctc/PDF/cop3/FCTC_COP3_DIV3-en.pdf
12. FCTC/COP/6/14 – Work in progress in relation to A rticles 9 and 10 of the WHO FCTC. 2014; Geneva: WHO FCTC https://apps.who.int/gb/fctc/PDF/cop6/FCTC_COP6_14-en.pdf ISO 20778:2018 Cigarettes – Routine analytical smoking machine – Definitions and standard condition with intense smoking regime.
13. WHO Technical Report Series 951 - The scientific basis of tobacco product regulation: second report of a WHO study group. Geneva:World Health Organization. Geneva: World Health Organization; 2008. https://www.who.int/tobacco/global_interaction/tobreg/publications/9789241209519.pdf
14. Решение Совет Евразийской экономической комиссии № 18 от 21.02.2020г. О внесении изменения в «Единый перечень продукции, в отношении которой устанавливаются обязательные требования в рамках Таможенного союза».
15. ГОСТ Р 58109-2018. Жидкости для электронных систем доставки никотина. Общие технические условия.
16. ГОСТ Р 57458-2017. Табак нагреваемый. Общие технические условия.

17. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.
18. СанПиН-91 от 22.02.91 г. Максимально допустимые уровни содержания смолы и никотина в табачных изделиях.
19. Постановление Госстандарта России № 23 от 8.12.1993 г. Порядок сертификации табака и табачных изделий.

References

1. WHO Framework Convention on Tobacco Control. World Health Organization, Geneva, https://whqlibdoc.who.int/publications/2003/9789244591017_en.pdf
2. Federal Law No. 51-FZ of 24.04.08 “On the accession of the Russian Federation to the WHO Framework Convention on Tobacco Control”.
3. Federal Law of February 23, 2013 No. 15-FZ “On protecting the health of citizens from the effects of second-hand tobacco smoke and the consequences of tobacco consumption” as amended on July 31, 2020.
4. Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 859n dated 15.11.16 “On approval of the Methodology for monitoring and evaluating the effectiveness of the implementation of measures aimed at preventing exposure to second-hand tobacco smoke and reducing tobacco consumption”.
5. Federal Law No. 303-ФЗ dated July 31, 2020 “On Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation on the Protection of Citizens’ Health from the Consequences of Consuming Nicotine-Containing Products”.
6. Technical regulations of the Customs Union “Technical regulations for tobacco products” (TR CU 035/2014).
7. GOST ISO 3308-2015. Conventional laboratory machine for smoking cigarettes (smoking machine). Definitions and Standard Terms. М. : Standartinform, 2015. 20 p.
8. ISO 20778:2018 Cigarettes – Routine analytical smoking machine – Definitions and standard condition with intense smoking regime.
9. Federal Law N 268-FZ “Technical Regulations for Tobacco Products” from 22.12.2008.
10. DECISION FCTC / COP8 (22) Innovative and new tobacco products [https://www.who.int/fctc/cop/sessions/cop8/FCTC_COP8\(22\)_EN.pdf](https://www.who.int/fctc/cop/sessions/cop8/FCTC_COP8(22)_EN.pdf).
11. Decision FCTC/COP3(9). Elaboration of guidelines for implementation of Articles 9 and 10 (Regulation of the contents of tobacco products and Regulation of tobacco product disclosures). [http:// apps.who.int/gb/fctc/PDF/cop3/FCTC_COP3_DIV3-en.pdf](http://apps.who.int/gb/fctc/PDF/cop3/FCTC_COP3_DIV3-en.pdf)
12. FCTC/COP/6/14 – Work in progress in relation to Articles 9 and 10 of the WHO FCTC. 2014; Geneva: WHO FCTC https://apps.who.int/gb/fctc/PDF/cop6/FCTC_COP6_14-en.pdf ISO 20778:2018 Cigarettes – Routine analytical smoking machine – Definitions and standard condition with intense smoking

regime.

13. WHO Technical Report Series 951 - The scientific basis of tobacco product regulation: second report of a WHO study group. Geneva:World Health Organization. Geneva: World Health Organization; 2008. https://www.who.int/tobacco/global_interaction/tobreg/publications/9789241209519.pdf
14. Decision of the Council of the Eurasian Economic Commission No. 18 dated February 21, 2020. On amending the “Unified List of Products for which mandatory requirements are established within the Customs Union”.
15. GOST R 58109-2018. Liquids for electronic nicotine delivery systems. General technical conditions.
16. GOST R 57458-2017. Heated tobacco. General technical conditions.
17. GOST ISO / IEC 17025-2019. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.
18. SanPiN-91 of 22.02.91. The maximum permissible levels of tar and nicotine in tobacco products.
19. Resolution of the Gosstandart of Russia No. 23 of 8.12.1993. Procedure for certification of tobacco and tobacco products.

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ УРОВЕНЬ ТОКСИЧНОСТИ ТАБАКА ДЛЯ КАЛЬЯНА

*Миргородская А.Г., канд. техн. наук, Бубнова Н.Н., Шкидюк М.В.,
Бедрицкая О.К.*

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий», Российская Федерация, г. Краснодар

Аннотация. Определены факторы, определяющие токсические показатели табака для кальяна. Установлена возможность снижения токсической нагрузки продукта при изменении количественного содержания или качественных показателей используемого табачного сырья. Установлена возможность использования высоконикотинового арабского табака Доха. Получены экспериментальные данные по количественному определению в аэрозоле содержания никотина методом газовой хроматографии. На потребительские свойства табака для кальяна оказывает влияние выбор углеводсодержащего компонента соуса. Содержание монооксида углерода (СО) в аэрозоле табака для кальяна зависит от качества используемого источника тепла (угля). В результате исследований, усовершенствована технология изготовления табака для кальяна.

Ключевые слова. Табак для кальяна, аэрозоль, никотин, монооксид углерода, дегустационная оценка.

FACTORS DETERMINING THE LEVEL OF TOXICITY OF TOBACCO FOR HOOKAH

*Mirgorodskaya A.G., cand of techn. sciences, Bubnova N.N., Shkidyuk M.V.,
Bedritskaya O.K.*

FSBSI "All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products", Russian Federation, Krasnodar

Abstract. The factors determining the toxic indicators of hookah tobacco have been determined. The possibility of reducing the toxic load of the product was established with a change in the quantitative content or quality indicators of the raw tobacco used. The possibility of using highly nicotinic Arabic tobacco from Doha has been established. Experimental data were obtained on the quantitative determination in aerosol of nicotine content by gas chromatography. The consumer properties of hookah tobacco are influenced by the choice of the carbohydrate-containing component of the sauce. The content of carbon monoxide (CO) in hookah tobacco aerosol depends on the quality of the heat source (coal) used. As a result of research, the technology of manufacturing hookah tobacco has been improved.

Keywords. Hookah tobacco, aerosol, nicotine, carbon monoxide, carbonyl compounds, formaldehyde, acetaldehyde, acrolein, tasting score.

Совместными исследованиями Global Adult Tobacco Survey (GATS) и Министерства здравоохранения и социального развития РФ установлено, что в России потребителей кальяна свыше 4 млн человек старше 18 лет [1].

Специфика потребления табака для кальяна – получение высокодисперсного аэрозоля, как продукта дистилляции, физиологическая крепость которого определяется содержанием никотина.

Технический регламент Таможенного союза “Технический регламент на табачную продукцию” (ТР ТС 035/2014) от 12 ноября 2014 г, дает следующую формулировку [2]:

- Табак для кальяна - вид курительного табачного изделия, предназначенного для курения с использованием кальяна и состоящего из смеси резаного или рваного сырья с добавлением или без добавления ингредиентов.

Оборот табака для кальяна на рынке табачной продукции в РФ осуществляется на основе Федерального закона № 15-ФЗ от 23 февраля 2013г. «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака» [3].

Отсутствие государственного регулирования, требований к уровню токсичности и качественным характеристикам, предопределяет проведение широкомасштабных исследований табачного продукта.

Разработка аналитических методов определения состава, а также методов регулирования содержания токсических компонентов аэрозоля, как продукта потребления, проводится в лаборатории производства табачных изделий ФГБНУ ВНИИТТИ. Экспериментальные данные необходимы для объективной оценки безопасности табака для кальяна.

Цель исследований - установить факторы, определяющие уровень токсичности табака для кальяна. Для этого необходимо:

1. Исследовать многофакторную зависимость потребительских свойств табака для кальяна от его компонентного состава.
2. Установить зависимость между содержанием никотина в табачном сырье и в аэрозоле табака для кальяна
3. Установить зависимость содержания монооксида углерода в аэрозоле табака для кальяна от применяемого источника тепла (угля).

При проведении исследований использовали стандартные методы, принятые в табачной индустрии. Дегустационную оценку табака для кальяна проводили по методике, разработанной в лаборатории технологии производства табачных изделий ФГБНУ ВНИИТТИ [4].

В исследованиях использована кальянная система: кальян (длина шахты 400 мм, диаметр 13 мм, объем колбы 1500 мл), шланг силиконовый с магнитным соединителем.

Сущность процесса потребления табака для кальяна состоит в нагреве кальянной смеси, посредством тлеющего угля, испарении и дистилляции летучих компонентов, образовании паровой струи, содержащей никотин, но не

содержащей продуктов пиролиза (горения), т.е. аэрозоль образуется при более низких температурах (около 200 - 300 оС).

Аэрозоль, продуцируемый табаком для кальяна, содержит:

- компоненты, переходящие из табачного сырья (никотин, табачные специфические нитрозамины TSNA)
- компоненты, синтезирующиеся при нагреве угля (СО)
- компоненты, которые и переносятся, и синтезируются (карбонильные соединения, полиароматические углеводороды).

Подбор компонентного состава кальянной смеси, с учетом себестоимости конечного продукта и его токсической нагрузки, является современным технологическим приемом моделирования ингредиентного состава, основу которого составляет табачное сырье.

Определение многофакторной зависимости потребительских свойств табака для кальяна от его компонентного состава проводили в несколько этапов.

Наиболее распространенным табачным сырьем, используемыми для изготовления табака для кальяна, являются табаки американского типа (Вирджиния и Берлей). Возможно использование сырья восточного типа, отличающееся высокими вкусовыми и ароматическими свойствами.

Для исследования было отобрано табачное сырье различных сортотипов и районов произрастания: целые табачные листья, имеющие равномерный цвет, с оттенками от светло-желтого до красно-коричневого, с эластичной плотной тканью листа, не поврежденными болезнями и вредителями.

Для определения химического состава табачного сырья (никотин, углеводы, белки и хлор, рН водного экстракта) использовали методы, общепринятые в табачной отрасли. Содержание никотина в исследуемых образцах определяли спектрофотометрическим методом (ГОСТ 30038-93) [5] с использованием спектрофотометра СФ-46 [6]. Химический состав исследуемого табачного сырья представлен в таблице 1.

Для дальнейших исследований изготовлены опытные образцы кальянной смеси на основе отобранного табачного сырья (за исключением Доха и Шептальский) по рецептуре, разработанной в лаборатории технологии производства табачных изделий ФГБНУ ВНИИТТИ.

Дегустационную оценку опытных образцов табака для кальяна проводили по методике, разработанной в лаборатории технологии производства табачных изделий ВНИИТТИ [4]. Длительность курительной сессии составляла 60 мин. Консолидированные результаты дегустационной оценки показали, что все опытные образцы табака для кальяна получили достаточно высокую оценку (таблица 1). Максимальную дегустационную оценку получили образцы, изготовленные на основе табачного сырья Вирджиния STV1S и Берлей OMF5RWS.

Содержание никотина в тестируемом аэрозоле определяли методом газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектором (газожидкостной хроматограф Кристалл 2000М) в соответствии с ГОСТ Р 51974-2002 (ИСО 10315-2000), «Сигареты. Определение содержания никотина в конденсате дыма. Метод газовой хроматографии» [7]. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1. Зависимость потребительских свойства табака для кальяна от химического состава табачного сырья

№	Сырье	Содержание в сырье, %				Содержание никотина		Дегустационная оценка, балл
		никотин	углеводы	белки	хлор	кальянной смеси, %	аэрозоле, мкг/100 см ³	
Вирджиния								
1	STVS	0,6	23,9	4,3	0,9	0,16	6,0	78,8
2	STV1S	0,6	20,2	4,5	1,1	0,18	6,0	80,2
3	STVS2	0,9	21,2	5,1	0,6	0,21	10,0	78,2
4	Италия 2017	1,9	12,4	5,3	0,4	0,25	16,0	76,4
Берлей								
5	В OPL RNS	1,9	0,9	13,9	0,7	0,28	17,0	74,6
6	ВОНФ	0,9	2,4	8,2	0,5	0,23	11,0	72,2
7	HDX/TT	2,2	1,4	10,0	0,7	0,26	20,0	74,2
8	OMF5RWS	2,5	1,8	9,8	0,5	0,34	21,0	78,6
Табачное сырье								
9	Ориентал (Болгария)	1,4	7,2	8,1	0,6	0,20	12,0	74,6
10	Доха	5,7	1,3	9,8	-	1,56	42,6	62,0
11	Шептальский	2,6	3,0	7,0	-	0,30	19,0	76,0

Результаты исследований, представленные в таблице 1, предполагают возможность снижения токсической нагрузки табака для кальяна при изменении количественного содержания или качественных показателей используемого табачного сырья. Содержание никотина в аэрозоле, продуцируемом табаком для кальяна, зависит от содержания никотина в исходном табачном сырье.

Следующий этап проведения исследований – установление возможности использования высоконикотинозного арабского табака Доха. Для этого изготавливали опытные образцы табака для кальяна с содержанием табачного сырья Доха в различном процентном соотношении [8]. Результаты дегустационной оценки и определения химического состава табака для кальяна, изготовленного с использованием табачного сырья Доха, представлены в таблице 2.

Таблица 2. Зависимость дегустационной оценки от изменения компонентного состава табака для кальяна

Табачное сырье	Содержание, %	Никотин, %	Углеводы, %	Белки, %	Дегустационная оценка, балл
Доха	100	6,7	1,5	9,8	62,0
Доха / Берлей OMF5R-WS(Италия)	20 / 80	4,1	1,3	9,2	76,0
Доха / Вирджиния STV1S (Италия)	20 / 80	2,2	15,4	4,5	81,7
Доха / Шептальский	20 / 80	3,2	2,4	5,7	78,1
Доха / Ориентал (Болгария)	60 / 40	3,6	5,2	9,1	79,2

Результаты исследований показали, что использование табака Доха возможно в сочетании с другим табачным сырьем, так как полученный продукт обладает полным вкусом и приятным ароматом. Крепость регулируется изменением количественного содержания табака с высоким содержанием никотина.

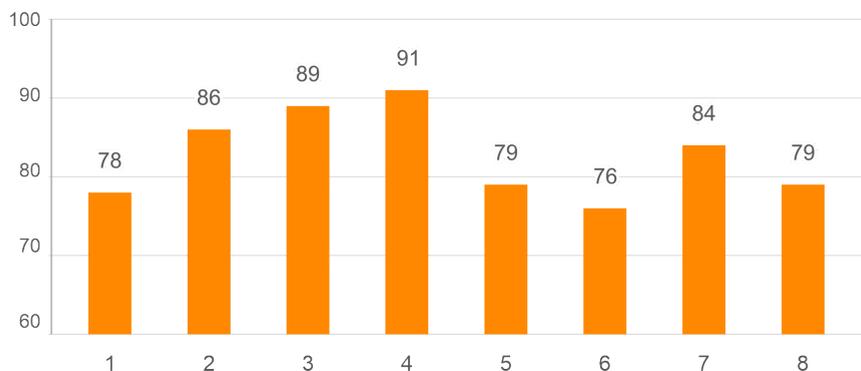
Оценка токсикологического риска аэрозоля, продуцируемого табаком для кальяна, должна учитывать как потенциальные опасности, связанные с использованием табака, так и с процессом термического разложения компонентов смеси (соуса) в результате нагрева.

Основным критерием в выборе состава соуса и углеводсодержащего компонента являлась дегустационная оценка [3] опытных образцов табака для кальяна, изготовленных по специально разработанной методике. В качестве табачного сырья для изготовления всех опытных образцов табака для кальяна был выбран Берлей, менялся только углеводсодержащий компонент (таблица 3).

Таблица 3. Содержание ингредиентов в опытных образцах табака для кальяна

Наименование сырья	Показатели	Содержание, %
Табачное сырье Берлей OSF5XMS	никотин 3,8 %	18
Глицерин (Германия)	чистота 99,8 %	50
Углеводсодержащий компонент		
Инвертный сироп (Италия)	81 % инверсия	32
Инвертный сироп (Китай)	98 % инверсия	
Инвертный сироп (Китай)	99,8 % инверсия	
Патока карамельная кислотная (РФ)	кислотность 8	
Патока карамельная ферментативная (РФ)	-	
Патока мальтозная (РФ)	-	
Патока высокосахаренная (РФ)	-	
Патока низкосахаренная (РФ)	-	

Дегустационная оценка опытных образцов табака для кальяна, изготовленных с различными углеводсодержащими компонентами, представлена на рисунке 1.



Углеводсодержащие компоненты, входящие в состав опытных образцов

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. инвертный сироп, 81 % инверсия | 5. патока карамельная ферментативная |
| 2. инвертный сироп, 98 % инверсия | 6. патока мальтозная |
| 3. инвертный сироп, 99,8 % инверсия | 7. патока высокосахаренная |
| 4. патока карамельная кислотная | 8. патока низкосахаренная |

Рисунок 1. Дегустационная оценка опытных образцов табака для кальяна с различным углеводсодержащим компонентом

Наивысший дегустационный балл (рисунок 1) получили образцы, в состав соуса которых входил инвертный сироп с инверсией 99,8% (образец 3) и крахмальная карамельная патока (образец 4). В дальнейших исследованиях все опытные образцы изготавливали с использованием крахмальной патоки.

Для определения влияния качества источника тепла (угля) на содержание монооксида углерода (СО) в аэрозоле табака для кальяна проведены исследования по установлению качественных показателей угля для кальяна (масса, влажность, продолжительность розжига), данные представлены в таблице 4.

Таблица 4. Зависимость содержания монооксида углерода аэрозоля от используемого угля

Наименование	Потребительские характеристики		Масса		Содержание СО, %
	влажность, %	продолжительность розжига, с	среднее значение, г	коэффициент вариации, %	
Уголь для кальяна из скорлупы кокосового ореха	7,80	495,6	14,17	2,37	0,11

Уголь для кальяна из скорлупы грецкого ореха	7,64	394,6	3,44	3,51	0,09
Быстровозгораемый уголь на основе древесины, пропитанной селитрой	7,86	58,0	2,88	2,57	0,86

Данные таблицы 4 показывают, что при использовании угля из скорлупы грецкого ореха, содержание монооксида углерода в аэрозоле меньше, чем при применении угля других торговых марок. Быстровозгораемый уголь на основе древесины, пропитанной селитрой, продуцирует в аэрозоль значительное количество СО. Содержание монооксида углерода (СО) в аэрозоле табака для кальяна зависит от качества используемого источника тепла (угля).

В результате исследований, усовершенствована технология изготовления табака для кальяна на основе оптимизации ингредиентного состава (рисунок 2), позволяющая получить продукт с высокими потребительскими характеристиками.

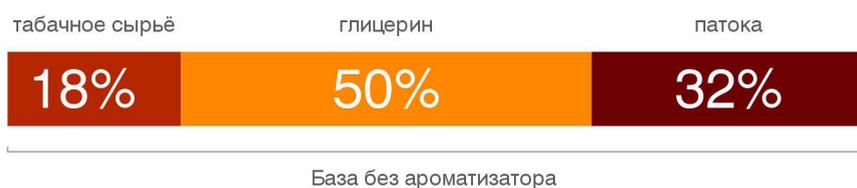


Рисунок 2. Рекомендуемый ингредиентный состав табака для кальяна

Заключение

1. Установлена многокомпонентная зависимость содержания токсических компонентов аэрозоля от ингредиентного состава табака для кальяна.
2. Токсическую нагрузку аэрозоля, продуцируемого табаком для кальяна, можно регулировать изменением количественного содержания табачного сырья в готовом продукте или используя табачное сырьё с низким содержанием никотина.
3. На потребительские свойства табака для кальяна оказывает влияние выбор углеводсодержащего компонента соуса. Рекомендуется использовать инвертный сироп с инверсией 99,8% или крахмальную карамельную патоку.
4. Содержание монооксида углерода (СО) в аэрозоле табака для кальяна зависит от качества используемого источника тепла (угля).
5. Усовершенствована технология изготовления табака для кальяна на основе оптимизации ингредиентного состава.

Литература

1. Global Adult Tobacco Survey (GATS). URL: <https://fsmj.ru/download/18/07.pdf> (дата обращения 03.03.2020).
2. Технический регламент Таможенного союза «Технический регламент на табачную продукцию» (ТР ТС 035/2014). URL: <http://standartgost.ru/gTP>
3. Федеральный закон № 15-ФЗ «Об охране здоровья граждан от окружающего табачного дыма и последствий потребления табака».
4. Гнучих Е.В., Миргородская А.Г., Шкидюк М.В., Бедрицкая О.К., Глухов С.Д., Жабенцова О.А. Методика дегустационной оценки смеси для кальяна. Краснодар, 2014. 19с. Деп. в ВНИИЭСХ №1 ВС-2015.
5. ГОСТ 30038-93. Определение алкалоидов в табаке. Спектрофотометрический метод.
6. Татарченко И.И. Табак, табачные изделия: технология и контроль качества. Учебное пособие. Краснодар: Просвещение-Юг, 2018. 627 с.
7. ГОСТ Р 51974-2002 (ИСО 10315-2000). Сигареты. Определение содержания никотина в конденсате дыма. Метод газовой хроматографии.
8. Матюхина Н.Н. Использование табачного сырья Доха для изготовления кальянных смесей // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. №3. С.283–287. DOI: 10.20914/2310-1202-2018-3-283-287.
9. Матюхина Н.Н., Миргородская А.Г., Шкидюк М.В., Бедрицкая О.К. Компонентный состав табака для кальяна // Новые технологии. 2019. №1. С. 116-132. DOI: 10.24411/2072- 0920-2019-10112.
10. Квасенков О.И., Татарченко И.И., Бирюкова О.А. Способ производства курительного табачного изделия с пониженным содержанием смолы и никотина. Патент на изобретение RU 2290046 С1, 27.12.2006. Заявка № 2005121877/12 от 12.07.2005.
11. Бубнова Н.Н., Шкидюк М.В. Генерация и сбор аэрозоля табака для кальяна // Новые технологии. 2020. №2. С.20-28. DOI: 10.24411/2072- 0920-2020-10202.

References

1. Global Adult Tobacco Survey (GATS). URL: <https://fsmj.ru/download/18/07.pdf> (date of the application 03.03.2020).
2. Technical regulations of the Customs Union “Technical regulations for tobacco products” (TR CU 035/2014). URL: <http://standartgost.ru/gTP>
3. Federal Law No. 15-FZ ”On protection of public health from second hand tobacco smoke and the consequences of tobacco consumption”.
4. Gnuchikh E.V., Mirgorodskaya A.G., Shkidyuk M.V., Bedritskaya O.K., Glukhov S.D., Zhabentsova O.A. Method of tasting evaluation of hookah mix. Krasnodar, 2014.19p. Dep. in VNIIESKh No. 1 VS-2015.
5. GOST 30038-93. Determination of alkaloids in tobacco. Spectrophotometric method.

6. Tatarchenko I. I. Tobacco, tobacco products: technology and quality control. Tutorial. Krasnodar: Education-South, 2018. 627p.
7. GOST R 51974-2002 (ISO 10315-2000). Cigarettes. Determination of nicotine content in smoke condensate. Gas chromatography method.
8. Matyukhina N.N. The use of tobacco raw materials from Doha for the manufacture of hookah mixtures // Vestnik VSUIT. 2018. Vol. 80. No. 3. Pp. 283–287. DOI: 10.20914 / 2310-1202-2018-3-283-287.
9. Matyukhina N.N., Mirgorodskaya A.G., Shkidyuk M.V., Bedritskaya O.K. Component composition of hookah tobacco // New technologies. 2019. No. 1. S. 116-132. DOI: 10.24411 / 2072-0920-2019-10112.
10. Kvasenkov O.I., Tatarchenko I.I., Biryukova O.A. Method for the production of a smoking tobacco product with reduced tar and nicotine content. Invention patent RU 2290046 C1, 27.12.2006. Application No. 2005121877/12 dated 12.07.2005.
11. Bubnova N.N., Shkidyuk M.V. Generation and collection of aerosol for hookah tobacco // New technologies. 2020. No. 2. S.20-28. DOI: 10.24411 / 2072-0920-2020-10202.

РАЗРАБОТКА НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ТАБАЧНУЮ ПРОДУКЦИЮ И НОВЫЕ ВИДЫ НИКОТИНСОДЕРЖАЩЕЙ ПРОДУКЦИИ

*Кандашкина И.Г., канд. техн. наук, Самойленко Н.П., Смирнова Е.Ю.,
Белинская Н.Г., Малеванная И.Е., Громова Л.И., Мирных Л.А.*

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака,
махорки и табачных изделий», Российская Федерация, г. Краснодар

Аннотация. Показана работа по стандартизации табачной отрасли с целью совершенствования действующих и разработке новых стандартов. Основу технического регулирования на едином экономическом пространстве составляют межгосударственные стандарты с использованием современных методов и технологий, что обеспечивает техническую, информационную совместимость, способствует формированию единых требований для оценки соответствия табачной продукции. В связи с возрастающей популярностью инновационной никотинсодержащей продукции разрабатываются национальные стандарты на данную продукцию, устанавливающие стандартизованные методы контроля ее качества, предъявляющие технические требования и нормирующие показатели безопасности.

Ключевые слова. Табачная продукция, качество, безопасность, стандарт, методы контроля, техническое регулирование.

DEVELOPMENT OF REGULATORY DOCUMENTATION FOR TOBACCO PRODUCTS AND NEW TYPES OF NICOTINE- CONTAINING PRODUCTS

*Kandashkina I.G., cand. tech. of sciences, Samoilenko N.P., Smirnova E.Y.,
Belinskaya N.G., Malevannaya I.E., Gromova L.I., Mirnykh L.A.*

FSBSI «All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Makhorka and
Tobacco Products», Russian Federation, Krasnodar

Abstract. The work on standardization of the tobacco industry with the aim of improving the existing and developing new standards is shown. The basis of technical regulation in a single economic space is formed by interstate standards using modern methods and technologies, which ensures technical and information compatibility, contributes to the formation of uniform requirements for assessing the conformity of tobacco products. In connection with the increasing popularity of innovative nicotine-containing products, national standards are being developed for these products, establishing standardized methods for controlling its quality, presenting technical requirements and standardizing safety indicators.

Keywords. Tobacco products quality, safety, standard, control methods, technical regulation.

Основные требования, предъявляемые к продукции табачной отрасли – это качество и безопасность. Ведущая роль в выполнении этих требований принадлежит стандартам, в которых определены показатели качества, установлены методы контроля, нормы, правила и характеристики, обеспечивающие получение продукции с заданными показателями.

ФГБНУ ВНИИГТИ проводит работу по стандартизации табачной отрасли с целью совершенствования действующих и разработке новых стандартов.

Изменение системы технического регулирования, принятие технических регламентов на продукцию, в которых установлены единые требования и оценка соответствия табачной продукции, способствуют формированию единых требований и оценки соответствия табачной продукции в процессе ее производства и обращения на единой таможенной территории государств-участников Таможенного союза; укреплению технологической и научно-технической базы табачной отрасли; приводит к снижению технических и административных барьеров на общем экономическом пространстве. Основу технического регулирования на едином экономическом пространстве составляют межгосударственные стандарты, применение которых позволяет использовать современные методы и технологии, обеспечивает техническую, информационную совместимость.

Для поддержания фонда нормативной документации табачной отрасли на современном научно-техническом уровне, создания доказательной базы для технических регламентов, гармонизации методов контроля качества и безопасности табачных изделий институтом постоянно проводится актуализация действующих стандартов с новыми версиями международных стандартов на методы измерений с целью признания результатов испытаний для оценки соответствия.

Сигареты с фильтром являются основным видом курительных табачных изделий, производимых и реализуемых во всем мире. Для получения продукции с заданными стабильными показателями большое значение имеет контроль на всех этапах ее производства, обеспечивающий получение информации и возможность воздействия на технологические процессы производства с целью улучшения показателей качества и безопасности сигарет.

Общая схема контроля процесса изготовления сигарет включает определение физических и технологических характеристик продукции.

При проведении контроля сигарет с использованием стандартизованных методик полученные результаты во многом зависят от анализируемой пробы, большое значение имеет место отбора проб, периодичность отбора и объем выборки [1].

Отбор проб является важной операцией, направленной на обеспечение достоверных результатов при проведении исследований и измерений продукции. Отбор проб сигарет необходим изготовителям для определения показателей безопасности (смола, никотин, монооксид углерода), для контроля физических, технологических характеристик.

Также отбор проб сигарет проводится при контроле продукции на стадии обращения на рынке.

В зависимости от места отбора установлено два метода отбора проб от генеральной совокупности конкретного наименования сигарет:

1. Метод отбора проб в течение короткого периода времени. Данный метод позволяет дать оценку одной или нескольким характеристикам сигарет. Его следует проводить за возможно короткое время (не превышающее 14 дней).
2. Метод отбора проб в течение продолжительного периода времени. Данный метод позволяет давать многократную оценку характеристикам сигарет. Практически это серия разовых выборок или отборов проб в течение короткого периода времени.

Институтом разработан межгосударственный стандарт ГОСТ 31632-2016 (ISO 8243:2013) «Сигареты. Отбор проб», модифицированный по отношению к международному стандарту ISO8243:2013 Сигареты. Отбор проб («Cigarettes Sampling»).

Стандарт устанавливает методы отбора проб сигарет, дает оценку, основанную на статистической обработке данных по доверительным интервалам для результатов определения смолы, никотина и монооксида углерода, которые могут быть получены при отборе проб в соответствии с настоящим стандартом и последующим определением их содержания стандартизованными методами.

Производственный процесс изготовления сигарет осуществляется в течение определенного периода времени. При контроле продукции на результаты испытаний влияют методы испытаний и такие факторы, как изменение массы сигарет, влажности табака, характеристик материалов в разных партиях (сигаретной и ободковой бумаги, бумаги фильтров, жгутов фильтрующего материала), неоднородность качества табака в табачной мешке, износ оборудования и т.д. Это приводит к изменению параметров составных частей сигарет при изготовлении, что оказывает влияние на содержание смолы, никотина, монооксида углерода.

В 2019 году в соответствии с Программой национальной стандартизации разработано изменение № 1 к межгосударственному стандарту ГОСТ 31632-2016 (ISO 8243:2013). Разработка обусловлена необходимостью приведения некоторых пунктов стандарта в соответствие с требованиями технического регламента Таможенного союза ТР ТС 035/2014.

В Изменении № 1 уточнено, кем может осуществляться отбор проб. В разделе «Метод отбора проб в течении «короткого» периода времени» в соответствии с ISO 8243:2013 указано, что отбор проб проводится обученным отборщиком проб, а не независимой организацией. В разделе «Метод отбора проб в течении «продолжительного» периода времени» отмечена необходимость испытания каждой разовой выборки после отбора проб, а не хранение ее для испытаний до окончания отбора проб, что позволит исключить про-

блемы со старением пробы и учесть колебания определяемых показателей в сигаретах при проведении испытаний. Важные изменения коснулись раздела «Статистическая оценка и представления результатов». Здесь исключено упоминание подтверждения информации на пачке, а также добавлено применение доверительных интервалов по смоле, никотину, монооксиду углерода в зависимости от метода отбора проб для получения достоверных результатов испытаний по компонентам табачного дыма.

Межгосударственный стандарт ГОСТ 31632-2016 (ISO 8243:2013) включен в перечень стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимых для применения и исполнения требований технического регламента Таможенного союза на табачную продукцию. Применение единых методов отбора проб для контроля сигарет способствует повышению уровня качества и безопасности табачной продукции, ее конкурентоспособности.

Для определения показателей безопасности табачного дыма проводят машинное прокуривание сигарет. Процедура прокуривания установлена в межгосударственном стандарте ГОСТ ISO 3308-2015 «Машина обычная лабораторная для прокуривания сигарет (курительная машина). Определения и стандартные условия», идентичном по отношению к международному стандарту ISO 3308:2012.

Стандарт устанавливает параметры и стандартные условия, которые необходимо соблюдать при прокуривании сигарет на курительной машине: объем и профиль затяжки, продолжительность и частота затяжек, длина окурка, а также требования к курительной машине, дающие возможность использовать ее при стандартных условиях.

При прокуривании сигарет и последующем определении компонентов табачного дыма применяют контрольные образцы для оценки стабильности аналитических процессов [2]. Контрольный образец – это группа сигарет одной партии, изготовленной при строго контролируемых производственных условиях.

Результаты прокуривания и анализов контрольных образцов оценивают с помощью контрольных карт, на которые нанесены границы регулирования (контрольные границы).

Контрольные образцы также используются для межлабораторных сравнительных испытаний количества смолы, никотина и монооксида углерода в идентичных образцах сигарет или для сравнения аналитических процессов между лабораториями. Для этих целей обычно используются контрольные образцы сигарет, например, контрольные образцы Международного центра по изучению табака (CORESTA). Контрольные образцы, используемые при ежедневных испытаниях, изготовитель может производить сам.

При изготовлении контрольного образца устанавливаются требования к табачному сырью; нетабачным материалам (сигаретная бумага, фильтры); физическим характеристикам (длина изделия, его диаметр, масса, перепад дав-

ления, масса табака, влажность табака); регламентируются показатели табачного дыма (смола, никотин, монооксид углерода); число затяжек. Резаный табак, используемый при изготовлении контрольного образца, должен состоять из табачного сырья одного сорта, однородного по физическим и химическим характеристикам, без ароматизаторов или умягчителей, чтобы исключить неоднородность табачной мешки, в которой, в основном, используется табачное сырье, прошедшее процесс стрипсования – удаление главной жилки табачного листа. Допускается использование глицерина в качестве умягчителя. Качество резаного табака контролируется по ширине волокна и его влажности [3].

Сigaretетная бумага и фильтры должны быть из одной производственной партии. При изготовлении фильтров проводится строгий контроль их параметров. Фильтры изготавливают из высоко гофрированного ацетатного волокна и в процессе производства контролируются диаметр и длина фильтрпалочек, жесткость, упругость, сопротивление затяжке. В настоящее время в контрольных образцах сигарет используются невентилируемые фильтры.

В процессе изготовления контрольные образцы сигарет необходимо проверять с возможной точностью по отклонению массы резаного табака, сопротивлению затяжке и диаметра изделия. Для получения необходимой стабильности физических, химических характеристик, содержания компонентов табачного дыма необходимо увеличить количество контрольных измерений этих показателей качества.

Контроль массы является очень важным, так как изменение массы резаного табака в сигарете приводит к количественным изменениям компонентов табачного дыма.

В 2017 году разработан межгосударственный стандарт ГОСТ 31629–2017 (ISO 16055:2012) «Табак и табачные изделия. Контрольный образец. Требования и применение», модифицированный по отношению к ISO 16055:2012, в котором установлены требования к контрольному образцу и его применению.

В стандарте дано применение контрольных образцов в зависимости от типа курительной машины: ротационной и линейной. Общим принципом является оценка стабильности основных параметров с помощью контрольных карт.

На ротационной курительной машине прокуривание 20 сигарет дает один средний результат. Прокуривание на линейной курительной машине 20 сигарет дает четыре средних результата от прокуривания на четырех каналах по пять сигарет на канал. Поэтому отклонение аналитических процессов при прокуривании разное и необходимо применять разные типы контрольных карт. В стандарте даны примеры расчета границ контрольных карт: для линейной курительной машины – карта средних значений и карта стандартных отклонений; для ротационной курительной машины – карта средних значений и карта скользящих размахов. Применение контрольных карт осуществляется в соответствии с ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015.

Особенно важным для безопасности и качества сигарет является содержание никотина в дыме одной сигареты. Определение никотина в табаке может быть проведено несколькими методами: гравиметрическим методом с использованием кремневольфрамовой кислоты, методом спектрофотометрии и методом газовой хроматографии.

Гравиметрический метод используется для калибровки аналитических методов определения содержания никотина в табаке, табачных изделиях и при анализе дыма.

При использовании спектрометрического метода определяют сумму алкалоидов в конденсате дыма, т.е. никотин и сопутствующие ему другие алкалоиды. При этом основное содержание (от 95 % и выше) в сумме составляет никотин. Количество сопутствующих никотину алкалоидов колеблется в зависимости от табачного сырья, используемого для изготовления сигарет.

Использование газохроматографического метода определения никотина в конденсате дыма позволяет выделить пики собственно никотина, что повышает точность определения никотина этим методом.

Для определения никотина в табачном дыме разработан межгосударственный стандарт ГОСТ 30570-2015 (ISO 10315:2013) «Сигареты. Определение содержания никотина в конденсате дыма. Метод газовой хроматографии», модифицированный к ISO 10315:2013.

Стандартизованный метод газовой хроматографии определения никотина предусматривает сбор конденсата основной струи дыма при машинном прокуривании. Собранный конденсат основной струи дыма растворяют в растворителе, содержащем внутренний стандарт. Содержание никотина в аликвотной пробе раствора определяют методом газовой хроматографии и вычисляют содержание никотина в конденсате дыма.

Для определения никотина применяют хроматограф с пламенно-ионизационным детектором и записывающим устройством.

Перед испытаниями строят калибровочный график, предварительно подготовив не менее четырех калибровочных растворов, концентрация которых должна охватывать область возможного содержания никотина в анализируемой пробе.

Аликвотную часть анализируемой пробы вводят в хроматограф. Отношение между пиком никотина и пиком внутреннего стандарта рассчитывают на основе данных площадей или высот пиков.

Концентрацию никотина в анализируемой пробе рассчитывают с помощью калибровочного графика или линейного уравнения регрессии, по ней рассчитывают концентрацию никотина в пробе конденсата дыма, а из нее – содержание никотина в прокуренных сигаретах.

Межгосударственный стандарт ГОСТ 30570-2015 (ISO 10315:2013) является частью комплекса межгосударственных стандартов, которые устанавливают методы определения влажного и не содержащего никотин сухого конденсата в дыме сигарет.

Одними из важных показателей качества, технологических и курительных свойств сигарет являются сопротивление затяжке сигарет и перепад давления фильтрпалочек.

При определении показателей безопасности сигарет перед их прокуриванием измеряют сопротивление затяжке. Сопротивление затяжке влияет на курительные свойства сигарет и уровень показателей токсичности табачного дыма. Колебание величины данного показателя может характеризовать качество технологического процесса изготовления сигарет [4].

Перепад давления фильтрпалочек характеризует способность фильтра к удержанию токсичных веществ табачного дыма при прокуривании, а также оказывает влияние на внешний вид и курительные свойства сигарет. Его необходимо измерять перед изготовлением сигарет и при разработке их конструкции.

Методы определения сопротивления затяжке сигарет и перепада давления фильтрпалочек, устройства для их измерения постоянно совершенствуются. Для измерения этих показателей используется оборудование в соответствие с инструкцией изготовителя. Учитывая разнообразие применяемых методов и приборов нет единого метода испытаний. Тем не менее, для достижения сравнимых определений необходимым условием является применение сменных калибров для калибровки прибора.

С целью актуализации и соответствия международным требованиям при проведении испытаний табачной продукции в 2019 году разработан и введен в действие новый межгосударственный стандарт ГОСТ 34527-2019 (ISO 6565:2015) «Табак и табачные изделия. Сопротивление затяжке сигарет и перепад давления фильтрпалочек. Стандартные условия и измерение», гармонизированный с последней версией ISO 6565:2015 «Tobacco and tobacco products. Draw resistance of cigarettes and pressure drop of filter rods. Standard conditions and measurement».

Для калибровки прибора по сопротивлению затяжке применяют сменные калибры, изготовленные из стекла, с десятью капиллярами.

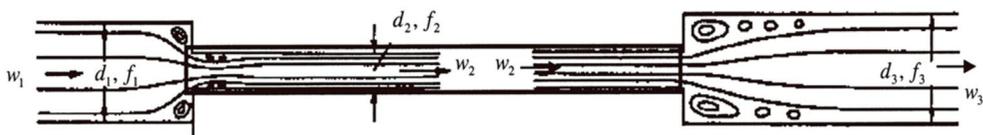
При проведении калибровки стеклянный многокапиллярный калибр помещают в держатель калибровочного устройства. Через калибр просасывается постоянный поток воздуха, который проходит через устройство измерения объемного расхода, которое в свою очередь соединено с выходным потоком держателя.

Устройство измерения объемного расхода воздуха может быть с поршневым приводом, в котором перемещение поршня с постоянной скоростью обеспечивает просасывание через испытуемый калибр постоянного объемного потока воздуха из атмосферы.

При использовании вакуумного привода устройство имеет датчики, которые обеспечивают измерение времени просасывания известного объема через испытуемый калибр. Перед калибровкой прибора проводится проверка утечки воздуха для измерительной системы с вакуумным управлением и

поршневых приводных систем.

В качестве калибровочного контроля лаборатория должна иметь набор эталонных калибров. Это как минимум два калибра различных уровней перепада давления, которые охватывают диапазон выполняемых измерений перепада давления (рис. 1).



w 1 - скорость потока воздуха во входном конце; d 1 - диаметр входного конца; f 1 - площадь входного конца; w 2 - скорость потока воздуха в трубке; d 2 - диаметр трубки; f 2 - площадь трубки; w 3 - скорость потока воздуха в выходном конце; d 3 - диаметр выходного конца; f 3 - площадь выходного конца

Рисунок 1. Стеклянный многокапиллярный калибр с потоками воздуха, проходящими через него во время калибровки

Каждый калибр должен иметь сертификат калибровки со следующей информацией:

- наименование продукта и уникальный ссылочный номер;
- дата испытания;
- температура атмосферы испытаний;
- относительная влажность испытаний;
- атмосферное давление во время испытаний;
- описание испытательного устройства и прослеживаемых эталонных серийных номеров всего измерительного оборудования;
- пределы погрешности измерений.

В настоящее время в России и в мире растет популярность инновационной никотинсодержащей продукции как альтернативы традиционному курению табака [5]. Спектр этой продукции очень широк, в зависимости от конструкции её можно разделить на следующие основные виды:

- никотинсодержащие жидкости, используемые с различными системами доставки никотина (электронные испарители, электронные сигареты, «вэйпы»);
- изделия с нагреваемым табаком (табак нагреваемый), используемые с системами доставки никотина;
- комбинированные изделия, используемые с системами доставки никотина и состоящие из двух или более наполнителей, хотя бы один из которых содержит никотин.

Общими принципами, позволяющими выделить их в отдельную категорию потребительских товаров, являются:

- наличие никотина;
- образование аэрозоля, вдыхаемого потребителем;

- отсутствие горения (тления) табака или никотинсодержащей жидкости;
- использование исключительно со специальными устройствами – системами доставки никотина.

В основе технологии одного из видов новых продуктов лежит процесс нагревания табака без горения или тления, в результате чего образуется табачный пар (аэрозоль). Этот вид продукции получил название табак нагреваемый – изделие, состоящее из табачного сырья с добавлением или без добавления ингредиентов, предназначенное для потребления исключительно с устройством для нагревания путем вдыхания табачного пара, образующегося при его нагревании без горения и тления.

Еще одним видом продукта, предлагающего альтернативный способ и форму потребления никотина, являются системы доставки никотина с использованием принципа испарения жидкости для получения никотинсодержащего аэрозоля, либо комбинированные изделия, в которых табачная смесь нагревается опосредованно от специальной жидкости с никотином или без него.

Изделия из табака нагреваемого и жидкости для электронных систем доставки никотина (ЭСДН) принципиально отличаются от традиционных сигарет. Данные виды продукции не являются предметом регулирования технического регламента Таможенного союза «Технический регламент на табачную продукцию» (ТР ТС 035/2014) и Федерального закона № 268-ФЗ от 22.12.2008 г. «Технический регламент на табачную продукцию» (ФЗ № 268-ФЗ).

Стремление выделить никотинсодержащую продукцию как современную альтернативу курению предполагает необходимость установления стандартизованных методов контроля ее качества, предъявления технических требований и нормирования показателей безопасности, поэтому для разработки стандартов на такую продукцию в рамках действующего ТК 153 «Табак и табачные изделия», созданного и действующего на базе лаборатории стандартизации и качества Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий» (ФГБНУ ВНИИТТИ), в настоящее время организуется отдельный подкомитет по стандартизации ПК «Никотинсодержащая продукция». Подобный опыт имеется на международном уровне: в ИСО/ТК 126 «Tobacco and tobacco products» работает подкомитет 3 «Vape and vapour products». В область деятельности создаваемого ПК могут войти все виды никотинсодержащей продукции: табак нагреваемый, жидкости для ЭСДН, комбинированные изделия, некурительная нетабачная продукция для орального потребления.

На международном уровне такими организациями как ISO проводится большая работа по созданию методов контроля качества никотинсодержащей продукции. В настоящее время ИСО/ТК 126 разработаны и введены в действие два стандарта: ISO 20768:2018 Vapour products – Routine analytical vaping machine – Definitions and standard conditions (Вэйпы. Машина обычная для тестирования вэйпов. Определения и стандартные условия) и ISO 20714:2019

E-liquid – Determination of nicotine, propylene glycol and glycerol in electronic nicotine delivery devices – Gas chromatographic method (Жидкость для электронных систем доставки никотина. Определение никотина, пропиленгликоля и глицерина в жидкостях, используемых в электронных устройствах доставки никотина. Метод газовой хроматографии). ИСО/ТК 126 принято решение о подготовке следующих стандартов (таблица).

Таблица. Проекты стандартов на инновационную продукцию
ИСО/ТК 126 Подкомитет 3

№	Обозначение проекта стандарта	Наименование проекта стандарта на английском языке	Наименование проекта стандарта на русском языке
1	ISO/AWI 24211	Vapour products - Analytical method to measure carbonils of e-vapor product emissions	Вэйпы. Аналитический метод измерения карбониллов в аэрозоле
2	ISO/AWI 24199	Vapour products - Analytical method to measure nicotine of e-vapor product emissions	Вэйпы. Аналитический метод измерения никотина в аэрозоле
3	ISO/AWI 24198	Vapour products - Analytical method to measure metals of e-vapor product emissions	Вэйпы. Аналитический метод измерения металлов в аэрозоле
4	ISO/WD 24197	Vapour products - Analytical method to measure mass of e-liquids vaporized	Вэйпы. Аналитический метод измерения массы испаряемой жидкости для электронных систем доставки никотина

Первые шаги для установления требований к инновационной никотин-содержащей продукции в нашей стране сделаны при разработке национальных стандартов на табак нагреваемый и жидкости для ЭСДН. ФГБНУ ВНИИТТИ впервые разработаны стандарты ГОСТ Р 57458-2017 «Табак нагреваемый. Общие технические условия» и ГОСТ Р 58109-2018 «Жидкости для электронных систем доставки никотина. Общие технические условия».

В 2017 году впервые разработан национальный стандарт ГОСТ Р 57458-2017 «Табак нагреваемый. Общие технические условия». Настоящий стандарт распространяется на табак нагреваемый, предназначенный для потребления исключительно с устройством для нагревания путем вдыхания пара, образующегося при нагревании табака без горения и тления.

Табак нагреваемый – это изделие, состоящее из табачного сырья с добавлением или без добавления ингредиентов, предназначенное для потребления исключительно с устройством для нагревания путем вдыхания табачного пара, образующегося при его нагревании без горения и тления.

Устройство для нагревания – приспособление или прибор, предназначенное для использования с табаком нагреваемым и обеспечивающее его прямое или косвенное нагревание без горения или тления для образования табачного пара.

Примерами таких устройств могут служить системы нагревания табака «IQOS» (изготовитель Philip Morris International, рис. 2) и «glo» (изготовитель British American Tobacco, рис. 3).



Рисунок 2. Электрическая система нагревания табака IQOS (Philip Morris International) и изделия с нагреваемым табаком (стики) для нее



Рисунок 3. Электрическая система нагревания табака glo (British American Tobacco) и изделия с нагреваемым табаком (стики) для нее

Процесс потребления табака нагреваемого должен обеспечивать отсутствие горения или тления табака. Этот процесс контролируется по содержанию монооксида углерода в газовой фазе табачного пара и должен составлять не более 0,3 мг на 100 см³.

В стандарте в технических требованиях к табаку нагреваемому приведен перечень сырья и материалов, которые используют при изготовлении табака нагреваемого и даны их характеристики; установлен метод отбора проб для определения массы табака нагреваемого в потребительской упаковке и определения монооксида углерода в газовой фазе табачного пара, даны методы определения этих показателей.

Моноксид углерода — это газ, который образуется при сгорании или тлении углеводсодержащих органических веществ. Он может соединяться с гемоглобином крови, снижая способность крови переносить кислород. Моноксид углерода, содержащийся в табачном дыме, связывают с ростом риска возникновения заболеваний сердца у курильщиков.

При курении монооксид углерода образуется в зоне горения сигареты и непосредственно за ней при температуре 450°C. Тление – это беспламенное горение вещества при сравнительно низких температурах. Следовательно, содержание монооксида углерода в аэрозоле табака нагреваемого прямо указывает на отсутствие тления или горения.

Сбор газовой фазы табачного пара и измерения содержания монооксида углерода проводят с помощью не дисперсного инфракрасного (NDIR) анализатора, откалиброванного для определения монооксида углерода, и рассчитывают среднее значение содержания монооксида углерода на 100 см³ табачного пара.

Определение показателя «масса табака нагреваемого» связана с налогообложением, поэтому является контролируемым показателем. Вычисление массы производится в двух повторностях, за результат берется среднее значение массы табака нагреваемого.

Стандарт на табак нагреваемый предназначен для использования производителями, испытательными лабораториями, органами госконтроля.

В текущем году начата подготовка к разработке изменений в стандарт на табак нагреваемый: планируется дополнение стандарта методикой определения оксидов азота в табачном паре как дополнительного показателя отсутствия горения/тления.

В 2018 году впервые разработан национальный стандарт ГОСТ Р 58109-2018 «Жидкости для электронных систем доставки никотина. Общие технические условия». Стандарт распространяется на жидкости для ЭСДН и устанавливает требования к ним.

В стандарте приведен перечень ингредиентов и материалов, используемых при изготовлении жидкостей для ЭСДН:

- никотин, соли никотина с чистотой не менее 98 %;
- глицерин дистиллированный для пищевой промышленности с чистотой не менее 94 %;
- пропиленгликоль с чистотой не менее 94 %.

Упаковывают жидкость для ЭСДН в порционную упаковку, во флаконы или непосредственно в ЭСДН промышленным способом.

Стандартом установлены требования по маркировке, транспортировке, хранению данного вида продукции, приведены методы контроля: метод определения протечек жидкости и метод определения содержания никотина в жидкости для ЭСДН, который может быть использован для идентификации этой продукции.

В последнее время популярный и растущий сегмент рынка никотиносодержащей продукции представляет некурительная никотиносодержащая продукция орального потребления, выпускаемая как российскими, так и зарубежными производителями. Такая продукция состоит из различных фракций растительного сырья (целлюлоза, мята, сбор трав), ароматизаторов, никотина, не содержат табак и не может быть идентифицирована как табачные изделия согласно действующим в России международным договорам и иным нормативным правовым актам.

На нетабачную никотинсодержащую продукцию орального потребления отсутствуют национальные и межгосударственные стандарты. К этому виду продукции необходимо предъявить технические требования и установить методы контроля качества.

Федеральным законом от 31.07.2020 № 303-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросу охраны здоровья граждан от последствий потребления никотиносодержащей продукции» внесены изменения в Федеральный закон от 23.02.2013 № 15-ФЗ «Об охране граждан от воздействия окружающего дыма, последствий потребления табака или никотиносодержащей продукции» (далее — Закон № 15-ФЗ), в частности, касающиеся запрета оптовой и розничной торговли никотинсодержащей продукцией. Однако в ряде стран, в том числе на единой таможенной территории Таможенного союза, данная продукция находится в свободном обращении.

На основании Программы разработки национальных стандартов на 2020 год впервые ведется разработка проекта национального стандарта ГОСТ Р «Нетабачная никотинсодержащая продукция орального потребления. Общие технические условия». Стандарт распространяется на нетабачную никотинсодержащую продукцию орального потребления и устанавливает требования к ней. В проекте стандарта приведен перечень ингредиентов и материалов, которые используют при изготовлении этого вида продукции и даны их характеристики; приведены правила приемки, метод отбора проб и метод определения содержания никотина в нетабачной никотинсодержащей продукции орального потребления; включены требования к ее транспортировке и хранению.

В соответствии с Программой, утвержденной решением Коллегии Евразийской экономической комиссии от 8 декабря 2015 г. № 159 «О программе по разработке (внесению изменений, пересмотру) межгосударственных стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения требований технического регламента Таможенного союза «Технический регламент на табачную продукцию» (ТР ТС 035/2014) и осуществления оценки соответствия объектов технического регулирования», разработаны ГОСТ 33794—2016 «Сигары и сигариллы. Определение толщины», ГОСТ 33789—2016 (ISO 20193:2012) «Табак и табачные изделия. Определение ширины волокна резаного табака», гармонизированный с ISO 20193:2012.

В разработанных межгосударственных стандартах установлены методы определения физических показателей сигар, сигарилл, табака трубочного, табака курительного тонкорезаного при проведении идентификации этих видов курительных изделий.

Работы по стандартизации проводятся соответствии с Программой разработки национальных и межгосударственных стандартов Техническим комитетом ТК 153 «Табак и табачные изделия» на базе ФГБНУ ВНИИТТИ. ТК 153 осуществляет работу по пересмотру действующих международных стандартов, разрабатывает новые версии стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, уделяя особое внимание определению показателей безопасности сигарет (смола, никотин, монооксида углерода) в дыме.

В 2020 г. принято решение о разработке межгосударственного стандарта на основе ISO 10362-1:2019 «Сигареты. Определение содержания воды в конденсате дыма. Метод газовой хроматографии» в связи с установлением в этом стандарте метода определения содержания воды в конденсате дыма. Данный показатель (содержание воды) необходим для расчета значения содержания смолы, которая определяется как разность между содержанием влажного конденсата, полученного при прокурировании сигарет на курительной машине, и содержанием воды и никотина при определении показателей безопасности сигарет.

Перспективным направлением стандартизации является разработка методов определения, помимо показателей безопасности дыма сигарет, установленных и нормируемых ТР ТС 035/2014 в табачном дыме, целого ряда токсичных веществ, негативно влияющих на организм человека. Из их общего числа были выделены бенз(а)пирен и табакоспецифичные нитрозамины.

Бенз(а)пирен — ароматическое соединение, представитель семейства полициклических углеводородов. Бенз(а)пирен является наиболее типичным химическим канцерогеном окружающей среды, он опасен для человека даже при малой концентрации, поскольку обладает свойством биоаккумуляции. Если человек подвергается действию очень малых доз, но это происходит регулярно, в итоге в организме получается высокая концентрация этого вещества. Бенз(а)пирен оказывает также мутагенное действие [6].

Нитроамины — основная группа органоспецифичных канцерогенов, содержащихся в табачных изделиях. Они образуются как в процессе обработки табака, так и во время курения. В табачном дыме содержатся летучие, нелетучие и табакоспецифические нитроамины (ТСН). Наиболее важным единичным фактором, влияющим на количество выделяемых с табачным дымом нитроаминов при курении, является уровень содержания нитрата в табаке, зависящий от способа сушки. В табачном дыме табаков воздушного способа сушки содержание нитроаминов гораздо выше, чем при других способах сушки. Употребление сигарет, изготовленных из табачных смесей, в состав которых входит табачная жилка (т.е. часть листа, содержащая наибольшее ко-

личество нитрата), может значительно повысить уровень нитрозаминов в табачном дыме.

ИСО/ТК 126 активно ведет разработку стандартов на методы определения как бенз(а)пирена и ТСН, так и других токсичных веществ [8]: карбонильных соединений (формальдегид, ацетальдегид, акролеин); летучих органических соединений (бензол, 1,3 бутадиен).

Таким образом, своевременное обеспечение отечественной табачной промышленности актуализированной нормативной документацией способствует поддержанию отрасли на высоком научно-техническом, технологическом и методологическом уровне. Разработка стандартов, учитывающих перспективы развития табачной отрасли на новые методы контроля качества продукции, методы определения показателей ее безопасности, отвечающих требованиям международной стандартизации, обеспечивает применение единых методов испытаний (измерений) продукции. Новые стандартные методы, разрабатываемые ИСО/ТК 126, могут послужить основанием для принятия решения в сфере регулирования табачной продукции для нормирования других токсичных веществ в качестве показателей безопасности.

Литература

1. Саломатин В.А., Самойленко Н.П., Гнучих Е.В. О разработке новых стандартных методов контроля качества табачных изделий // Стандарты и качество. 2015. № 7 (937). С.37-39.
2. Самойленко Н.П., Кандашкина И.Г., Смирнова Е.Ю. Применение контрольных образцов при определении показателей безопасности сигарет // Новые технологии. 2017. №2. С.27-31.
3. Самойленко Н.П., Ястребова А.И., Гнучих Е.В. [и др.]. Разработка методов определения технологических показателей отдельных видов курительных изделий // Новые технологии. 2015. №1. С 16-19.
4. Самойленко Н.П., Кандашкина И.Г., Белинская Н.Г., Мирных Л.А. Контроль качества сигарет. Инновационный метод определения сопротивления затяжке сигарет и перепада давления фильтрпалочек // Естественные и технические науки. 2018. № 9. С. 117-120.
5. Гнучих Е.В., Самойленко Н.П. Инновационная никотинсодержащая продукция. Вопросы классификации и регулирования // Tobacco-Review. 2018. № 4. С.32-34.
6. Доклад седьмой сессии Конференции сторон Рамочной конвенции ВОЗ по борьбе против табака [Электронный ресурс]. URL: http://www.who.int/fctc/cop/cop7/COP7_REPORT_RU_Final.pdf

Reference

1. Salomatin V.A., Samoilenko N.P., Gnuchikh E.V. On the development of new standard methods of quality control of tobacco products // Standards and Quality. 2015. No. 7 (937). P.37-39.
2. Samoilenko NP, Kandashkina I.G., Smirnova E.Yu. The use of control samples in determining the safety indicators of cigarettes // New technologies. 2017. No. 2. P.27-31.
3. Samoilenko NP, Yastrebova A.I., Gnuchikh E.V. [and etc.]. Development of methods for determining technological indicators of certain types of smoking products // New technologies. 2015. No. 1. P.16-19.
4. Samoilenko N.P., Kandashkina I.G., Belinskaya N.G., Mirnykh L.A. Quality control of cigarettes. An innovative method for determining the resistance to inhalation of cigarettes and the pressure drop of filter sticks // Natural and technical sciences. 2018.No. 9. P.117-120.
5. Gnuchikh E.V., Samoilenko N.P. Innovative nicotine-containing products. Classification and regulation issues // Tobacco-Review. 2018. No. 4. P.32-34.
6. Report of the seventh session of the Conference of the Parties to the WHO Framework Convention on Tobacco Control [Electronic resource]. URL: http://www.who.int/fctc/cop/cop7/COP7_REPORT_RU_Final.pdf.

РАЗВИТИЕ РОССИЙСКОЙ ТАБАЧНОЙ ОТРАСЛИ В УСЛОВИЯХ ВНЕШНИХ ВЫЗОВОВ

Саломатина Е.В., канд. экон. наук

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий», Россия, г. Краснодар

Аннотация. В статье дана оценка российского рынка табачной продукции в разрезе производства и потребления. Табачная отрасль более чем на 90% состоит из транснациональных компаний, которые на сегодняшний день делают акцент на производство бездымных устройств курения табака. Представлены данные экспорта табачной продукции в стоимостном и физическом выражениях. Проанализирована динамика изменения налоговой базы акциза. Фискальные меры являются ключевыми факторами политики производства и оборота табачной продукции на территории РФ. Охарактеризован нелегальный рынок сигаретной продукции в РФ.

Ключевые слова. Табачная отрасль, табачные транснациональные компании, ставка акциза, нелегальная табачная продукция, рынок электронных систем доставки никотина, антитабачная кампания.

EVOLUTION OF THE RUSSIAN TOBACCO INDUSTRY IN THE CONDITIONS OF EXTERNAL CALLS

Salomatina E. V., candidate of economic sciences

FSBSI «All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products», Russian Federation, Krasnodar

Annotation. The article provides an assessment of the Russian tobacco market in terms of production and consumption. More than 90% of the tobacco industry is made up of multinational companies, who today focus on production of smokeless tobacco smoking device. The data on the export of tobacco products in value and physical terms are presented. The dynamics of changes in the excise tax base is analyzed. Fiscal measures are key factors in the policy of production and circulation of tobacco products. The illegal market in Russia is characterized.

Keywords. Tobacco industry, tobacco multinational companies excise rate, illegal tobacco products, market of electronic nicotine delivery system, anti-smoking campaign.

Потребление табачной продукции, как на территории России, так и во всем мире характеризуется постепенной тенденцией сокращения доли курильщиков и числа выкуриваемых сигарет в день. Современное табачное законодательство РФ является жестко регулируемым в мире. В 2013 г. Федеральный закон №15-ФЗ «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего дыма и последствий потребления табака» ввел строгие ограничения для всех участников отечественного табачного рынка посредством реализации различных программ по снижению количества курильщиков.

По данным всероссийского опроса 2019 г. потребителями никотинсодержащей продукции (сигареты, выйпы, системы доставки никотина) являются 27% россиян (около 39 млн чел). Непосредственно курят классические сигареты – 21% респондентов, сигары предпочитают – 4%, остальные 2% пользуются электронными устройствами.

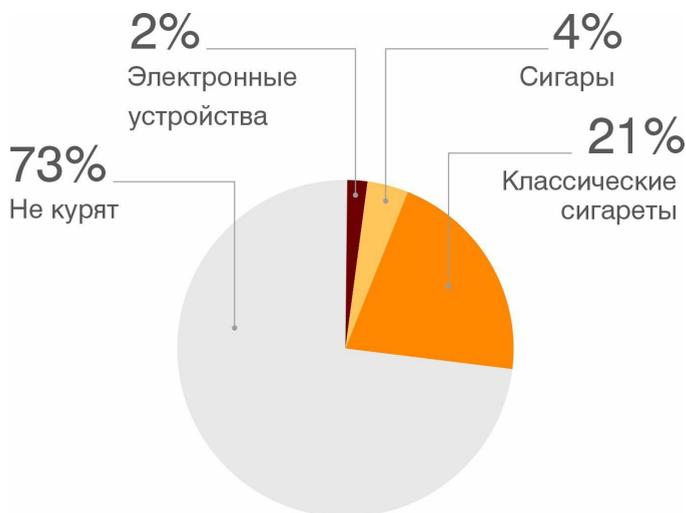


Рисунок 1. Потребление табачных изделий на территории РФ в 2019 г.

Согласно данным Росстата в 2019 г. на территории РФ выделяется ряд регионов с наибольшей долей курильщиков: Чукотский автономный округ – 39% населения потребляют табачную продукцию, Еврейская автономная область – 37,3%, Забайкальский край – 36,3%, Республика Хакасия – 35,7% и Якутия – 34,4%. Наименьшее потребление табачной продукции происходило на территории Ингушетии (5,7%), Чеченской Республики (10,2%), Дагестана (10,4%).

Отечественная табачная отрасль более чем на 90% состоит из транснациональных компаний: JTI Россия – доля присутствия на российском рынке 37,3%. Портфель компании состоит из таких брендов как: Winston, LD, Mevius, Camel, Sobranie, Glamour и российские марки Донской табак, Kiss, Play, Русский стиль, Пётр I, Тройка и другие. Компания является производителем продуктов с потенциалом сниженного риска: электронный испаритель капсульного типа Logic Compact и система нагревания табака Ploom;

Phillip Morris International (PMI) – американская табачная компания с долей присутствия на российском рынке 30,1%. На отечественном рынке представлена такими марками как: Marlboro, Parliament, Bond Street, L&M. Phillip Morris разработала систему нагревания табака IQOS – первая и единственная система доставки никотина, получившая от FDA (Food and Drug Administration) разрешение как продукт с пониженным воздействием. Стилки для системы нагревания табака IQOS производятся на табачной фабрике ФМ

Ижора в Санкт-Петербурге. В августе 2020 г. на российском рынке был представлен новый бездымный продукт lil SOLID;

БАТ Россия - британская транснациональная компания с долей рынка 20,7%. Портфель компании включает в себя ряд международных брендов: Kent, Vogue, Dunhill, Pall Mall, а также отечественные сигареты Ява. В группе инновационной табачной продукции компания на российском рынке представлена системой нагревания табака glo, табачные стики для которой производятся на фабрике в Санкт-Петербурге;

Imperial Tobacco Россия - британская международная табачная компания с долей 5,7% российского рынка. На рынке представлена Следующими марками сигарет: Davidoff, West, P&S, Максим. В 2018 г. компания представила на российском рынке бренд электронного испарителя myblu.

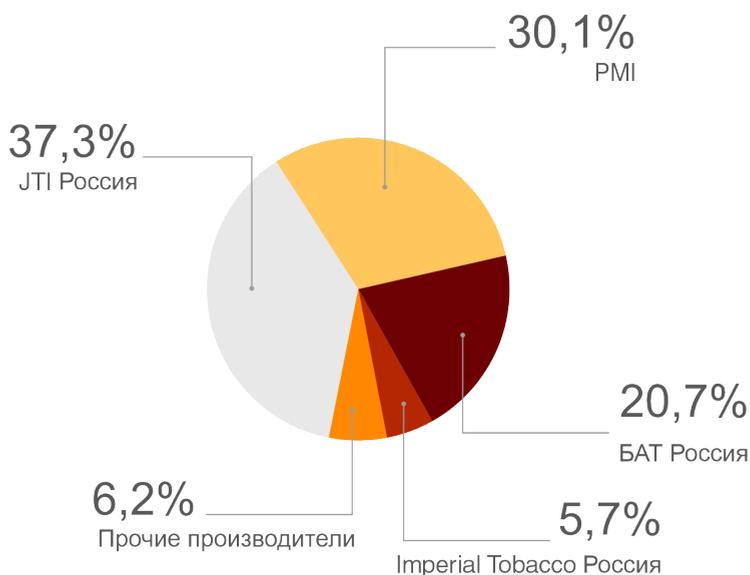


Рисунок 2. Доля табачных компаний на российском рынке

По данным Росстата по итогам 2019 г. было произведено 229 млрд шт. сигарет, что на 11,42% меньше по сравнению с 2018 г. Следовательно, уровень производства 2018 г. был достигнут только на 88,58%.

В 2020 г. за период январь-июль было произведено 133,9 млрд шт. сигарет, что соответствует 103,1% показателя за аналогичный период 2019 г. Стоит отметить, что в апреле 2020 г. выпуск сигарет сократился на 18,8% (-16,8 млрд шт.) по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. Это произошло из-за вынужденного простоя фабрики во время пандемии COVID-19 и исключения табачных изделий из перечня непродовольственной продукции первой необходимости. Однако в мае производство вышло на объем 21,0 млрд шт., июнь - 20,5 млрд шт. и июль - 21,7 млрд шт., и это позволило сохранить

уровень прошлогодного производства. Производство сигарет в РФ за период 2016-2019 гг. представлено в таблице 1.

Таблица 1. Производство сигарет в РФ за период 2016-2019 гг., млрд шт.

Компания	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
ЈТІ Россия	98,2	84,8	83,7	80,2
Phillip Morris International	88,3	59,0	64,6	58,8
ВАТ Россия	75,3	51,2	50,5	47,4
Imperial Tobacco Россия	23,6	14,0	22,8	33,0
КТ&G	2,8	3,5	3,8	3,9
Донской табак	35,7	29,1	22,7	-
Другие фабрики	12,3	4,7	6,7	5,7
Итого:	336,2	246,3	254,8	229,0

Согласно данным Nielsen в 2019 г. лидером российского сигаретного рейтинга с долей в 2,91% являлась марка Winston (ЈТІ Россия). Вторая по популярности марка Rothmans (ВАТ Россия), доля которой составляла 1,62%. На марку LD (ЈТІ Россия) приходится 1,13%. Среди взрослого населения популярностью пользуются сигареты средней крепости и легкие.

Таблица 2. Популярные сигареты российского рынка в 2019 г.

Бренд	Производитель	Место по продажам	Средняя рыночная стоимость
Winston	ЈТІ	1	110 руб.
Rothmans	ВАТ	2	108 руб.
LD	ЈТІ	3	112 руб.
Bond Street	PMI	4	96 руб.
Phillip Morris	PMI	5	95 руб.
Kent	ВАТ	6	130 руб.
Parliament	PMI	7	165 руб.

Крупнейшими экспортерами сигарет в Россию в 2019 г. являются: Германия - 609,1 млн шт. (13,9 млн долл.), Армения - 602,8 млн шт. (7,0 млн долл.), Польша - 520,8 млн шт. (10,3 млн долл.), Швейцария - 236,1 млн шт. (8,0 млн долл.), Литва - 74,4 млн шт. (3,0 млн долл.). Общий стоимостной объем импорта сигарет оценивается в 46,4 млн долл., что на 68,8% ниже 2018 г. (148,7 млн долл.).

Основной экспорт табачного сырья происходит из следующего ряда стран: Бразилия (43037,6 т), Индия (17283,5 т), Малави (15783 т), Китай (8653,5 т), Аргентина (6641,6 т). На долю этих стран приходится 55,6% всех поставок табачного сырья в РФ.

По данным Федеральной таможенной службы объем экспорта сигарет из России составил 23574,8 млн шт. на сумму 261,5 млн долл. По сравнению с 2018 г. произошло снижение данного показателя как в стоимостном выражении на 39,8 млн долл. (-13,21%), так и в натуральном на 3580,8 млн шт (-13,18%). По-

ставка сигарет российского производства осуществляется в следующие страны: Казахстан - 8134,2 млн шт. (34,5%), Украина - 3485,8 млн шт. (14,8%), Ирак - 3032,8 млн шт. (12,9%), Сербия - 1981,5 млн шт. (8,4%), Киргизия - 1053,2 млн шт. (4,5%), прочие - 5887,3 млн шт. (25,0%).

В 2018 г. исследовательская компания Euromonitor International оценила российский рынок электронных систем доставки никотина в 724,6 млн долл., а прогнозная цифра на 2023 г. составляет 3,7 млрд долл. Самыми популярными устройствами среди опрошенных являются: iQOS - 48%, glo - 12%, Joyetech (вейп) - 8%, Smok (вейп) - 7%, Eleaf (электронные сигареты) - 6% и Pons (электронные сигареты) - 6%.

Согласно данным Nielsen рост продаж стиков для нагревающих устройств в первой половине 2020 г. составил 197,7% по сравнению с аналогичным периодом 2019 г. В июле 2020 г. Госдума приняла закон, который приравнивает электронные сигареты к табачным, следовательно, на данную продукцию будет распространяться антитабачное законодательство. Согласно документу, запрещается использование электронных курительных изделий в местах, где существует законодательное препятствие для курения табака. На электронные сигареты распространяется аналогичная административная ответственность.

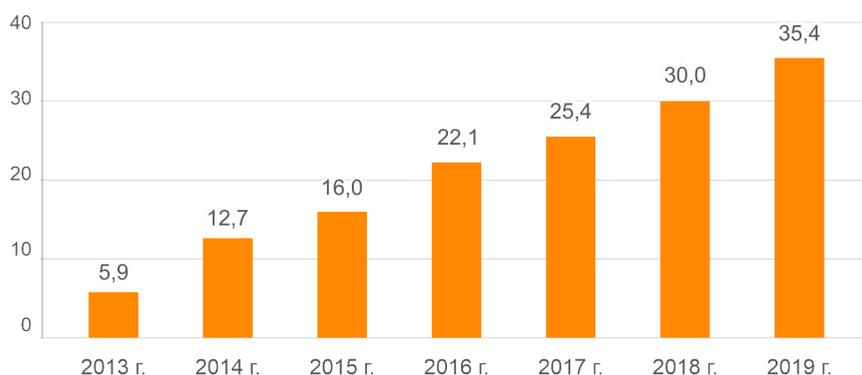


Рисунок 3. Оценка объема российского рынка вейп-продуктов и устройств нагревания табака, млрд руб.

Табачная отрасль является одним из крупнейших налогоплательщиком, обеспечивающий ежегодные акцизные поступления в 2017 г. в размере 573,3 млрд руб., в 2018 г. - 564,4 млрд руб., в 2019 г. - 557,6 млрд руб. За последние три года поступление акцизов сократилось на 2,73%, что в стоимостном эквиваленте составляет 15,7 млрд руб. Это свидетельствует о сокращении производства и потребления табачной продукции.

По итогам 2019 г. было собрано 17,3 млрд руб. с альтернативных никотиновых продуктов, включая 16,7 млрд руб. с нагреваемого табака.

В январе – мае 2020 г. в консолидированный бюджет РФ поступило ак-

цизов на сумму 212,8 млрд руб., против 155,1 млрд руб. за аналогичный период в 2019г. (прирост составил 57,7 млрд руб.), что свидетельствует о повышении акцизной ставки в 2020 г.

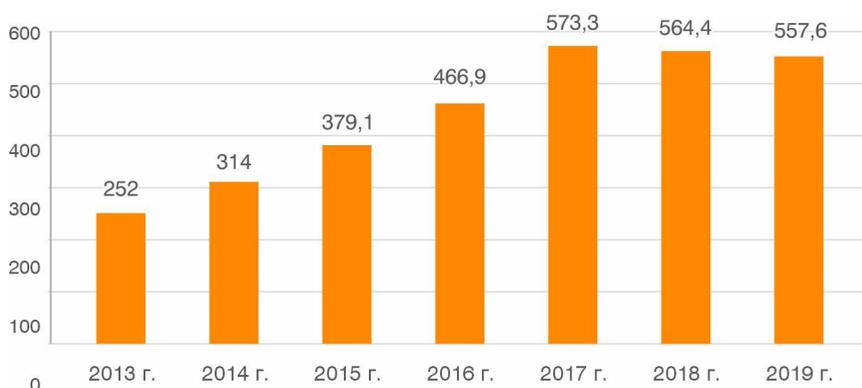


Рисунок 4. Поступление табачных акцизов в бюджет РФ в 2013-2019гг., млрд руб.

Ставки акцизов на табачные изделия ежегодно увеличиваются Правительством РФ. Для каждого вида подакцизных товаров ставка устанавливается статьей 193 Налогового Кодекса РФ. Объем продаж сигарет и папирос на душу населения в России ежегодно составляют порядка 1,6 тыс. штук на человека. Следовательно, расходы населения на табачную продукцию за последние годы выросли почти вдвое, что непосредственно сказывается на снижении потребительского спроса на легальную продукцию. Причина роста стоимости табачной продукции – рост акцизной ставки. По сравнению с 2017 г. рост акциза в 2020 г. составил 25,86% или 404 руб. за тысячу штук. Учитывая общую инфляцию, можно сделать вывод о том, что существенное влияние на рост цен в отрасли оказывает постоянно увеличивающаяся налоговая нагрузка. Регулярное повышение ставки акциза на табачную продукцию – эффективный инструмент, стимулирования потребителей отказаться от табачной продукции путем снижения доступности данного товара.

Таблица 3. Ставки акцизов на табачные изделия за 2017-2020 гг.

	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
	Сигареты, папиросы			
Специфическая ставка	1562 руб. за 1000 шт.	1718 руб. за 1000 шт.	1890 руб. за 1000 шт.	1966 руб. за 1000 шт.
Адвалорная ставка	14,5% расчетной стоимости, исчисляемой исходя из максимальной розничной цены			
Минимальная ставка	2123 руб. за 1000 шт.	2335 руб. за 1000 шт.	2568 руб. за 1000 шт.	2671 руб. за 1000 шт.

Сигары			
171 руб. за 1 шт.	188 руб. за 1 шт.	207 руб. за 1 шт.	215 руб. за 1 шт.
Табак (табачные изделия), предназначенные для потребления путем нагревания			
4800 руб. за 1 кг	5028 руб. за 1 кг	5808 руб. за 1 кг	6040 руб. за 1 кг
ЭСДН			
40 руб. за 1 шт.	44 руб. за 1 шт.	48 руб. за 1 шт.	50 руб. за 1 шт.
Жидкости для ЭСДН			
10 руб. за 1 мл	11 за 1 мл.	12 руб. за 1 мл	13 руб. за 1 мл

Регулярный рост акцизов – тенденция в экономике, которая способствует развитию теневой торговли и сокращению легального рынка сигарет в натуральном выражении. В целом по стране в 2019 г. доля контрафактных сигарет достигла 15,6%. По экспертным оценкам, потери федерального бюджета в виде недополученных акцизов и НДС в 2019 г. составили около 100 млрд руб. Каждая вторая пачка «серых» сигарет поставляется из стран Евразийского экономического союза (ЕАЭС) – в целом на долю этих стран приходится 55,4% контрафактного рынка табака в России.

К нелегальной продукции относится табачная продукция, с которой не уплачивается акциз в бюджет РФ: сигареты, произведенные в странах ЕвразЭС, в странах дальнего зарубежья, включая продукцию, поступающую в Россию транзитом через территорию стран ЕвразЭС, контрафактные сигареты, табачная продукция отечественных производителей без акцизных марок или с поддельными акцизными марками, продукция для магазинов беспрошленной торговли.

По данным Nielsen крупнейшие партии нелегальной табачной продукции поступают из Белоруссии – 36%, на втором месте по объемам Казахстан с долей в 8,9%, и Армения – 8,8%. Остальной объем серой продукции поступает из стран дальнего зарубежья: Сербия, Иран, Ирак, ОАЭ – совокупный объем 15,7%. При этом на долю российских производителей контрафактной продукции приходится 9,6%.

Ключевыми факторами роста нелегальной торговли в России являются:

- снижение покупательной способности населения;
- большой разрыв в уровнях ставок акцизов на табачную продукцию в странах ЕАЭС и России.

Согласно показателям сводного рейтинга по данным Kantar TNS Russia и Nielsen наибольшая доля нелегальных сигарет в 3 квартале 2019г. зафиксирована в следующих городах: Владикавказ – 59,4%, Рубцовск – 58,0%, Ростове-на-Дону – 48,5%, Магнитогорск – 35,7%, Брянск – 33,9%, Новокузнецк – 30%, Барнаул – 28,3%, Таганрог – 26,7%, Кострома – 26,3%, Челябинск – 23,7%, Курган – 20%.

Существенное влияние на табачную отрасль оказывает не общая экономическая обстановка в стране, а активная антитабачная кампания, реализуемая правительством. На рынок сигарет и электронных курительных изделий будет постоянно оказывать влияние различные новые ограничения. На сегодняшний день утверждена антитабачная концепция на период до 2035 г. Согласно прогнозам Минздрава, число курильщиков среди взрослого населения к 2035 г. должно снизиться до 21%, а розничные продажи сигарет до 1000 штук в год на человека.

Литература

1. Налоговый кодекс Российской Федерации. Часть вторая от 13.07.2015 № 214-ФЗ, №232-ФЗ (ред. от 10.10.2016) // Консультант Плюс. URL: <http://www.consultant.ru/>
2. Федеральный закон от 23.02.2013 №15-ФЗ «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака».
3. Российский статистический ежегодник, 2019. Стат. сб. Росстат. М., 2019.
4. Российский статистический ежегодник, 2018. Стат. сб. Росстат. М., 2018.
5. Доклад «Социально-экономическое положение России 2018г.» Федеральная служба государственной статистики. Москва.
6. Обзор российского рынка табачной продукции за 2019 г. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. URL: <https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/tabak/tabak.2019.itog.pdf>
7. Рынки алкоголя и табачной продукции за 2018 г. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. URL: <https://ac.gov.ru/archive/files/publication/a/21614.pdf>
8. Исаева Л.А., Исаев А.П., Саломатина Е.В., Саввин А.А. Экономическое обоснование формирования табачного производства России в условиях совершенствования рыночного механизма хозяйствования // Сборник научных трудов КРИА ДПО ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ. 2019. С. 236-243.
9. Саломатина Е.В. Влияние акцизного налогообложения на рост нелегального рынка табачной продукции в Российской Федерации // Российское предпринимательство. 2019. Т. 20. №3. С. 655-666.
10. Саломатина Е.В. Перспективы роста рынка электронных сигарет // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: сб. матер. III Междунар. науч.-практ. конф. (8-19 апреля 2019 г., г. Краснодар). С. 572-576. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2019/sbornik_conf_2019_.pdf
11. Саломатина Е.В., Калашников С.В. Активация государственного воздействия на рынок нелегальной табачной продукции // Экономика устойчивого развития. 2019. №3(39). С. 76-79.

12. Саломатина Е.В., Гнучих Е.В. Предпосылки формирования инновационного табачного рынка в РФ // Экономика и предпринимательство. 2018. №10(99). С.137-141.

References

1. Tax Code of the Russian Federation. Part two from 13.07.2015 № 214-Fl, №232-Fl (ред. от 10.10.2016) // Consultant Plus. URL: <http://www.consultant.ru/>
2. The federal law from 23.02.2013 №15-Fl «On protecting the health of citizens from exposure to second hand tobacco and the consequences of tobacco consumption».
3. Russian statistical yearbook, 2019. Rosstat. Moscow, 2019.
4. Russian statistical yearbook, 2018. Rosstat. Moscow, 2018.
5. Report «Socio-economic situation in Russia 2018». Federal State Statistics Service. Moscow.
6. Review of the Russian tobacco market for 2019. Analytical Center for the Government of the Russian Federation. URL: <https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/tabak/tabak.2019.itog.pdf>
7. Markets for alcohol and tobacco products in 2018. Analytical Center for the Government of the Russian Federation. URL: <https://ac.gov.ru/archive/files/publication/a/21614.pdf>
8. Isaeva L.A., Isaev A.P., Salomatina E.V., Savvin A.A. Economic substantiation of the formation of tobacco production in Russia in the context of improving the market management // Collection of scientific papers KRIA DPO FSBEI HE Kuban GAU. 2019. P. 236-243.
9. Salomatina E.V. Influence of excise taxation on the growth of the illegal market of tobacco products in the Russian Federation // Russian entrepreneurship. 2019. T. 20. №3. P. 655-666.
10. Salomatina E.V. E-cigarette market growth prospects // Innovative research and development for scientific support of production and storage of environmentally friendly agricultural and food products: collection of materials of the III International scientific and practical conference (8-9 April 2019, Krasnodar). P. 572-576. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2019/sbornik_conf_2019_.pdf
11. Salomatina E.V., Kalashnikov S.V. Activation of the state influence on the market of illegal tobacco products // Sustainable development economics. 2019. №3(39). P. 76-79.
12. Salomatina E.V., Gnuchih E.V. Prerequisites for the formation of an innovative tobacco market in the Russian Federation // Economy and entrepreneurship. 2018. №10(99). P.137-141.

QUALITY PRODUCTION EFFECTS OF ILLICIT TOBACCO TO THE ALBANIAN CONSUMERS

Muça E.D., Prof. Assoc. PhD¹, Kazazi F.²
¹Agricultural University of Tirana ALBANIA
²Kazazi Consulting Tirana, ALBANIA

Abstract. Illicit trade attracts and feeds corruption. Generally speaking, any increase in illicit trade is associated with an increase in corruption. Illicit trade and corruption support and complement each other. Illicit producers and dealers make considerable profits by selling without taxes, which makes available to them enormous financial resources that can be freely used to corrupt the relevant law enforcement officials.

The research methodology is through the residual method which evaluate trade gaps among formal and informal tobacco market activity. As well we used face to face interviews made with farmers, sector specialists and custom officers.

Our research shows that, factors influencing the illicit tobacco production and trade levels in Albania are related with the agricultural policies and fiscal policies employed by the government.

Keywords. Tobacco production, Illicit trade, Agricultural policies, Albania, Tobacco producers.

Introduction

Albania has favorable conditions for the cultivation of tobacco, especially Oriental varieties, almost in all its territory. Although the country is not the first part of the region to produce and distribute tobacco, some autochthonous varieties affected by the specific conditions of particular areas (Sheldie, Dumreja, and Delvina) have been developed and identified [1]. During 80s, Albania planted about 25-30 thousand hectares, with tobacco, and had a series of tobacco processing plants and three factories for cigarette production. Most of the processed tobacco was designated for export.

Albania is mostly predominated by small size farms managed by individual farmers with 1.26 Ha as average [2].

After 90s the tobacco production has dropped significantly compared with previous period, before the chute of communism. There are important facts to believe that the huge formal decrease, is associated with significant increase of informality (that is un-reported planted areas are increased). A new law (No. 8691) "On tobacco and cigarettes production and trade" [3] with certain un-implementable provisions and not associated with proper regulatory and implementing framework and implementing capacities, were among the most important factors that influenced the above formal decrease.

Tobacco sector situation in Albania

Tobacco is considered a very efficient culture. The profits per land unit generated from tobacco are 2-3 times more than the other agricultural cultures [1]. The soil and the climacteric conditions are very appropriate, especially in the area of Shkodra and Dumrea (Elbasan).

Leaf tobacco production fluctuated considerably between the period 1925 to 1938, when the area of land planted with tobacco was 1,200 to 2,600 ha, producing 800 to 1,950 tons per year. The first quantities of export were registered after 1950 [4]. However, to increase the income from tobacco exports, the areas sown with tobacco and the production quantities continued to be increased until 1990. Tobacco production peaked in 1986–1987 with an area of 32,000 ha, producing 25,000 tons per year [5].

Table 1. Tobacco surface and production as reported by Ministry of Agriculture and by Tobacco Agency

	Years						
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Sown surface: Ministry of Agriculture (Ha)	1,700	1,500	1,245	1,208	882	882	811
Sown surface: Tobacco Agency (Ha)	1,596	1,389	1,157	914	882	1,018	1010
Production: Ministry of Agriculture (ton)	2,900	3,000	1,740	2,017	1,421	1,367	1,403
Production: Tobacco Agency(ton)	1,915	1,944	1,735	1,370	1,323	1,578	1516

Source: Ministry of Agriculture and Tobacco Agency

The surfaces planted with tobacco in Albania shows a significant decrease through 2000 - 2003, from 5.700 to 1.642 ha [6], with smaller oscillations through 2003 - 2006, continuing with further decrease achieving minimum so far level ever recorded in 2017 with 882 ha. Meanwhile during 2018 the surface planted (officially declared) with tobacco had a slight increase, arriving in 1,018 ha [6]. Meanwhile, according to Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD) statistics the level of tobacco production during 2019 was calculated 1,403 tons [7]. Although the amount of tobacco production in Albania has decreased, the smoking prevalence rate is considered high around 51% for men and 7.1% for women [8].

At the same time Albania imported tobacco products during 2019 around for 3,489 ton [9]. Albania exports tobacco as raw material mainly (leaf tobacco) and for the year 2019 was reported 1,210 ton [9].

As mentioned, Albania has very favorable conditions and capacities to increase the production and export of tobacco leaf's, because:

- tobacco utilizes better than any other culture the poor soils, underwater soils, inclined and skeletal lands under the continuous effect of erosion;

- a considerable number of people live in the hilly and mountainous villages, where tobacco is one of the most important sources of financial incomes for guarantying the living in these areas. Many small land parcels cultivated with tobacco in such areas are informal;
- tobacco has more market opportunities for export compared with other cultures that have limited local and national markets;
- a good tradition and skills with a chain process of production-processing-manipulation that ensures the employment;
- tobacco planting and manipulation, considering its characteristics, utilizes even non-active manpower, such as retired people, etc.;
- a professional institution with long experience and tradition, such as the National Agency of Tobacco and Cigarettes (NATC), exists and it can monitor and coordinate with other law enforcement institutions all the problematic related to tobacco, including developing of regulations for declaring planted areas, furnishing with seeds, improvement of technologies, finding the markets and protecting the interests of the farmers in the relationship with collecting/processing companies, but also helping in increase of formality, which is one of the biggest problems in this sector;
- Albania, compared with Montenegro and Kosovo has still considerable number of young age tobacco cultivators, which enables increasing the farmers' number and surfaces cultivated with tobacco.
- On the other hand, tobacco sector in Albania is facing the following weaknesses:
 - the lack of well-defined policies and implementing regulations and administration by the related state institutions, in order to enable an efficient formal administration and to support this sector with subsidies and other forms;
 - weak capacities and lack of coordination between related government bodies and law enforcement institutions;
 - very high level of informality and corruption.

Methodology

This paper is based on analyzing the statistical data and related regulatory frameworks of tobacco production and trade in Albania, as well as the information collected through face to face interviews with farmers, professionals of responsible state institutions, producers, and custom officers, done under PMI Impact Albania Project “Correlation between tax burden and illicit trade and corruption”.

The field work shows that Albania had statistical information gap and contain discrepancies for cultivated areas, tobacco varieties and tobacco production. If we follow value chain of tobacco in Albania, we will find gaps and clear facts that lead to considerable illicit production and trade. From these indicators we evaluated three methods to prove illicit trade of tobacco Albania:

- Land surfaces cultivated of Tobacco;
- Consumption of cigarettes and other tobacco products;
- Statistical observation between the best years of formal tobacco consumption in correlation with the increase of excise tax.

Due to considerable discrepancies in the official data collected from Institute of Statistic, Ministry of Agriculture, Tobacco Institute, Custom Directorate, WHO and as well field interviews oriented us to use combined empirical and statistical methods such as residual method and trade gap method. We made 151 face interviews with small tobacco producers, taking place in the following districts: Elbasan, Shkodër, and Korça.

Residual Method

Residual method measure captures from both formal and informal market activity. This method shows that estimating illegal markets is common in many studies of informal economic activities [10], [11], [12]. To measure the underground economy, for example, one can compare the total amount of money spent by a country's residents (which is assumed to capture all market activity) to the total amount they earned (which is assumed to only record earnings in the formal sector), or one can compare a country's officially recorded gross domestic product, which reflects the legal or formal market activity with that country's total energy use, which is necessary for both formal and illicit activity [12]. For tobacco, the basic residual approach used is the trade gap method.

Trade Gap method

Trade gap analyze can be used to estimate the scale of the illicit tobacco market, specifically, tobacco that is labeled as intended "for export" (and thus not subject to most taxes), even though it will be sold domestically. These analyses compare the total recorded exports and the total recorded imports; the difference reflects diversion to illegal markets while in transit. This method was used initially by Bhagwati [13] and Simkin [14] [10].

Measuring row tobacco farming, processing and trade in our region is a great challenge, because such activity is conducted by thousands of small farmers in small surfaces and many of those farmers are at all registered with related agriculture and tax authorities. In many cases they live in poor areas where related state agricultural institutions are almost inexistent and tax authorities also have weak administrative powers.

Results of the study

The official data on tobacco farming and production contain serious discrepancies as reported from different state institutions. Illicit tobacco trade is among today's greatest global challenges, affecting not only our industry but also governments and ordinary people. It misleads consumers, deprives public authorities of tax reve-

nue and funds organized crime and terrorism [15].

The public data shown in Table 1, are based on farmers' declaration without any field verification and control system. Based on our direct interviews and surveys and field visits it results that there are many areas (in particular in the north area of Shkoder and Malesi e Madhe), where almost all farmers do not declare the planted surfaces and most of the production is illicitly sold, and, in the other areas (in central and southern Albania) many farmers partly report the planted tobacco.

The main reasons the farmers do not declare their farming and production are:

- Tobacco cultivators are excluded from all national supporting schemes and bad experiences with collection companies;
- In many cases illegal manufacturers offer better prices and pay them in cash;
- The price of fine-cut tobacco illegally traded to small shops or retailers in open markets is much better than the other one taken by registered collectors, and there is almost no real punishment at all;
- Lack of state support (subsidies or guarantees) for tobacco cultivation;
- Lack of farmers data (Tobacco farmer register) from the Ministry of Agriculture.

Analyzing the cultivated surfaces declared from MARD, National Tobacco Agency and quantities elaborated by the Customs (domestic tobacco for domestic market with taxes paid), huge discrepancy is present in the domestic consumption of domestically produced tobacco. On the other hand, if we classify the tobacco planted lands based on types of farmed tobacco, we will evidence big discrepancies which clearly prove the big quantities of tobacco illicitly traded. Processing companies use oriental tobacco variety for export purpose and the farmers have contracts with them only for this variety. But according to numbers declared by Tobacco Agency the situation of surfaces cultivated with tobacco in Albania doesn't support the quantities declared by Albanian Customs as export of unprocessed tobacco. For example, the quantities of exports of unprocessed tobacco were 1,355 ton in 2017 and needed at least 905 ha of surface cultivated with oriental tobacco variety. In fact, the Tobacco Agency declares only 495 ha of oriental tobacco cultivated in Albania during 2017. This phenomenon is similar in the last 10-15 years.

Table 2. Reports from MARD and Custom Office in Albania

	Years					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Oriental varieties as MARD (ton)			916	870	495	714
Domestic varieties as MARD (ton)			824	1147	926	863
Export raw tobacco (ton)	961	3318	1325	1428	1355	1356
Export of cigarettes (ton)	322	115	155	178	458	347
Domestic fine cut tobacco (ton)	21	5	3	1	12	12

Source: MARD, and Albanian Custom office

As can be seen in the table 2, we find no compliance with the amount declared by these three institutions for the quantity produced and the quantity exported and consumed in the country as fine cut tobacco. Even when we do the analysis of the cultivars treated by the collecting companies again it does not match the quantity of their exports with the quantity of their raw tobacco. Oriental cultivars declared by the Ministry of Agriculture and the Agency of Tobacco do not meet the exported quantity because of small surfaces declared with these cultivars.

Tobacco cultivated processed by small manufactures and sold in open markets of the municipality of Shkoder firstly, packed in different formats.

Considerable quantities of fine-cut tobacco is also traded by artisanal producers which make production of cigarettes (mostly at homes conditions) with mechanical machines or partly automated small machines and packed in very simple boxes of 100 or 200 sticks. The quality and in particular the prices of such products are 4 - 6 times cheaper than the regularly cigarettes.

The surface cultivated with tobacco in Albania is planted mainly with domestic varieties which are dedicated almost to the illegal trade because companies that collect and export tobacco are not interested and do not export these varieties.

Tobacco consumption is measured using direct and indirect methods, based on smoking prevalence considering WHO publications, based on imports (as declared in customs) + assessed domestic production (with and without taxes) and assessed imported smuggled cigarettes and illicit white.

Calculations based on WHO data demonstrate that tobacco consumption in Albania is not less than 4,000 tons. From our calculations and surveys, as mentioned due to gender equity movements after 2000s, the female smoking prevalence is increased.

Table 3. Consumption from formal imports and domestic production (with taxes paid)

	Years						
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Import of cigarettes (tons)	3,694	2,976	2,478	2,907	3,106	2,858	3,489
Fine cut tobacco domestic production (tons)	21	5	3	1	12	12	12
Total consumption (tons)	3,715	2,981	2,481	2,908	3,118	2,870	3,501

Source: MARD, Albanian Custom 2020

If we compare the calculations based on WHO prevalence and Custom information (Table 4) the difference shows the consumption covered by illicit production and trade. The following table gives the consumption calculated based on WHO data [8], on Customs data and the difference covered by illicit trade (gap).

Table 4. The gap in consumption covered by illicit trade (in ton)

	Years						
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
WHO	4.183	4.146	4,106	4,096	4,086	4,070	4,051
Custom	3,715	2,981	2,481	2,908	3,118	2,870	3,501
Gap of consume (covered by illicit)	468	1,165	1,625	1,188	968	1,200	550

Source: WHO [8], Albanian Customs and author estimation

A comparative analyzes of the above figures show that significant inaccuracy is between:

- the data declared from WHO on tobacco prevalence;
- the imported quantity declared from Custom Office in Albania;
- fine cut tobacco domestic production declared from Ministry of Agriculture and Rural Development.

Most of illicit share is covered by illegal production and trade of domestically produced tobacco. Fine cut tobacco and cigarettes of this kind are offered at prices 4-5 cheaper than the formal controlled products. A smaller part in the illicit market share of tobacco and cigarettes in Albania have the smuggled imported cigarettes and illicit white. This group has about 5% - 6% of the total market.

Conclusions

Our survey showed that bribery of customs officers for small quantities of fine-cut tobacco or import of cigarettes in small quantities are often faced, but no evidence for corruption with the large contrabanded quantities, which, as mentioned, have been very limited in number.

From data and facts analyze it results that there are significant areas of land planted with tobacco and not reported. All the production from those areas feeds the illicit trade mostly smuggled domestically and in smaller quantities abroad, mostly in Montenegro and Kosovo.

Tobacco Agency and farmers information about the published data are often contradictory and with significant discrepancies.

References

1. Gixhari B., Elezi F., Sulovari H. (2003). Duhani (Tobacco). Monography. Published by A.S.D., 2003, 296 p. URL: <https://qendraeresursevegjenetike.files.wordpress.com/2017/02/gixhari-b-et-al-duhani-tirane-2003.pdf>
2. Ministry of Agriculture Rural Development and Water Administration (MARDWA) (2014). Inter-Sectorial Strategy for Agriculture and Rural Development (ISARD 2014-2020). Tirana, Albania, 2014.
3. Official Gazette (2000). On tobacco and cigarettes production and trade. www.qbz.gov.al

4. Gixhari B., Elezi F., Sulovari H. (2018). Duhani (Tobacco). Monography. Published by Streha, Tiranë. 43 p. ISBN: 978-9928-4486-1-3.
5. Kçyku K. (2015). Ndikimi i përmirësimit gjenetik dhe teknologjik në prodhimin dhe cilësinë e duhaneve të tipit orientalë. PhD thesis. 131p. Agricultural University of Tirana. www.ubt.edu.al
6. Ministry of Agriculture and Rural Development- Statistical yearbook 2000, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018.
7. Ministry of Agriculture and Rural Development (2020). Statistical yearbook of Albania. Accessed September 2020.
8. WHO (2019) WHO global report on trends in prevalence of tobacco use 2000-2025, third edition URL: <https://www.who.int/publications/i/item/who-global-report-on-trends-in-prevalence-of-tobacco-use-2000-2025-third-edition>
9. INSTAT (2020). Statistical database. URL: [http:// databaza.instat.gov.al/pxweb/sq/DST/START__FT__FTY/NewFTY001/?rxid=3586c620-d2f7-4967-82a5-338a22bf4664](http://databaza.instat.gov.al/pxweb/sq/DST/START__FT__FTY/NewFTY001/?rxid=3586c620-d2f7-4967-82a5-338a22bf4664) Accessed September 2020
10. National Research Council. (2015). Understanding the U.S. Illicit Tobacco Market: Characteristics, Policy Context, and Lessons from International Experiences. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/19016>.
11. Gilles Carbonnier and Anne Zweynert de Cadena, (2015). Commodity Trading and Illicit Financial Flows», International Development Policy/ Revue internationale de politique de développement [Online], Policy Briefs | Working Papers, Online since 01 June 2015, connection on 25 October 2020. URL: [http:// journals.openedition.org/poldev/2054](http://journals.openedition.org/poldev/2054)
12. Cobham A. and Janský P. (2018). Measurement of Illicit Financial Flows. Background paper prepared for UNECA.
13. Bhagwati, Jagdish and Hamada, Koichi (1974). The brain drain, international integration of markets for professionals and unemployment: A theoretical analysis, Journal of Development Economics, 1, issue 1, p. 19-42. URL: [https:// EconPapers.repec.org/](https://EconPapers.repec.org/)
14. Simkin C. (1974). Indonesia's unrecorded trade. In J. Bhagwati (Ed.), Illegal Transactions in International Trade (pp. 157-171). Amsterdam: North-Holland.
15. PMI (2018). "Fighting Illicit Trade in Tobacco Products" September 2018. Visit pmi.com.

ИННОВАЦИОННАЯ НИКОТИНСОДЕРЖАЩАЯ ПРОДУКЦИЯ INNOVATIVE-NICOTINE CONTAINING PRODUCTS

DOI: 10.48113/496_2020_69-77

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ В АЭРОЗОЛЕ КОНТРОЛЬНОЙ СИГАРЕТЫ 3R4F И ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТАБАКА НАГРЕВАЕМОГО

Медведева С.Н., Зайцева Т.А., Пережогина Т.А., Дурунча Н.А.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки
и табачных изделий», Российская Федерация, г. Краснодар

Аннотация. Новизна исследований аэрозоля нагреваемых табачных изделий состоит в количественной оценке содержания монооксида углерода, летучих органических соединений и 3,4-бензпирена, включенных в список девяти приоритетных токсичных веществ Всемирной организации по здравоохранению.

В статье представлены результаты анализа по содержанию монооксида углерода, бензола, 1,3-бутадиена и 3,4-бензпирена в аэрозоле нагреваемых табачных изделий и контрольной сигарете 3R4F, полученные с помощью тестирования на курительной машине при интенсивном режиме прокуривания ISO Intense. Проведено сравнение содержания компонентов аэрозоля нагреваемых табачных изделий и контрольного образца сигареты 3R4F.

Анализ полученных данных показал, что в аэрозоле нагреваемых табачных изделий при сборе аэрозоля по режиму ISO Intense наблюдается значительное снижение содержания монооксида углерода, бензола, 1,3-бутадиена и 3,4-бензпирена относительно контрольной сигареты 3R4F.

Количество образующегося монооксида углерода в газовой фазе аэрозоля нагреваемых табачных изделий подтверждает отсутствие процессов термического разложения (пиролиза) табака и составляет 2 % от его содержания в газовой фазе аэрозоля дыма контрольных сигарет 3R4F.

В аэрозоле нагреваемых табачных изделий, по сравнению с аэрозолем дыма контрольных сигарет 3R4F установлено снижение содержания бензола более чем на 99%, 1,3-бутадиена – более 99 %, 3,4-бензпирена на 90 – 94 %.

Ключевые слова. Токсичные вещества, газовая фаза аэрозоля, электрическая система нагревания табака, нагреваемая табачная палочка (стик), стандартная сигарета 3R4F, 1,3-бутадиен, бензол, монооксид углерода, 3,4-бензпирен, аэрозоль, табачный дым.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CONTENT OF TOXIC SUBSTANCES IN THE AEROSOL OF A 3R4F CONTROL CIGARETTE AND HEATED TOBACCO PRODUCTS

Perezhogina T. A., Medvedeva S. N., Zaitseva T. A., Duruncha N.A.

FSBSI «All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products», Russian Federation, Krasnodar

Abstract. The novelty of studies of aerosol heated tobacco products consists in the quantitative assessment of the content of carbon monoxide, volatile organic compounds and 3,4-benzpyrene, included in the list of nine priority toxic substances of the world health organization.

The article presents the results of analysis of the content of carbon monoxide, benzene, 1,3-butadiene and 3,4-benzpyrene in the aerosol of heated tobacco products and the control cigarette 3R4F, obtained by testing on a Smoking machine with an intensive Smoking mode ISO Intense. The content of aerosol components of heated tobacco products and a control sample of a 3R4F cigarette was compared.

The analysis of the obtained data showed that in the aerosol of heated tobacco products, when collecting aerosol according to the ISO Intense mode, there is a significant decrease in the content of carbon monoxide, benzene, 1,3-butadiene and 3,4-benzpyrene relative to the control cigarette 3R4F.

The amount of carbon monoxide produced in the gas phase of the aerosol of heated tobacco products confirms the absence of thermal decomposition (pyrolysis) of tobacco and is 2 % of its content in the gas phase of the aerosol of control cigarette smoke 3R4F.

In the aerosol of heated tobacco products, in comparison with the aerosol of smoke from control cigarettes 3R4F, a decrease in the content of benzene by more than 99%, 1,3-butadiene – more than 99%, 3,4-benzpyrene by 90-94%.

Keywords. Toxic substances, aerosol gas phase, electric tobacco heating system (eHTS), heated tobacco stick (stick), standard 3R4F cigarette, 1,3-butadiene, benzene, carbon monoxide, 3,4-benzpyrene, aerosol, tobacco smoke.

Замещение потребления традиционных табачных изделий инновационными никотинсодержащими изделиями набирает популярность во всем мире. Данная продукция используется путем вдыхания содержащего никотин аэрозоля, который образуется путем нагревания табачной смеси. Производители никотинсодержащей продукции, в частности изделий с нагреваемым табаком (стиков), позиционируют их как продукцию пониженного риска для здоровья, при потреблении которой в организм человека поступает существенно меньше вредных веществ по сравнению с курением обычных сигарет, а потребление никотина остается на том же уровне [1].

Появление на мировом рынке нагреваемых табачных изделий с различными конструктивными особенностями определило задачи для четкого разграничения нагреваемых табачных изделий и традиционных курительных изделий, электронных сигарет и другой никотинсодержащей продукции. В июле 2020 г. исследовательская группа CORESTA опубликовала технический отчет [14], в котором предложена стандартизация терминологии и определений, охватывающая все категории нагреваемых табачных изделий, и выработаны рекомендации по особенностям сбора аэрозоля этой категории табачных из-

делий. В частности, было предложено группу нагреваемых табачных изделий (НТИ), содержащую табак и используемую для получения никотинсодержащего аэрозоля путем нагревания (например, электричеством, нагретой жидкостью или углем), а не сжиганием, разделить на три подгруппы:

- эСНТ - электрические системы нагревания табака, в которых табак нагревается без горения и тления с помощью электричества (Electrically Heated Tobacco Product (eНТP) - iQOS, glo, lil, МОК, Ploom S, and Pulze;
- аСНТ - системы нагревания табака, в которых табак нагревается парами нагретой жидкости для электронных сигарет (Aerosol Heated Tobacco Product (aНТP) - Ploom TECH, Ploom TECH +, iFuse, Glo Sens, and lil HYBRID;
- уСНТ - одноразовые системы нагревания табака со встроенным угольным нагреваемым элементом (Carbon Heated Tobacco Product (cНТP)) - Eclipse, Revo, and Teeps.

В данной работе приведены результаты исследования двух наиболее популярных в России НТИ для эСНТ iQOS и Glo.

Эксперты табачной отрасли и органов здравоохранения во всем мире обеспокоены отсутствием технического регулирования данной продукции, а также единых утвержденных стандартных методик определения монооксида углерода, 1,3-бутадиена, бензола и 3,4-бензпирена. Зарубежными исследовательскими лабораториями применяются методики производителей и научных центров по определению бензола, 1,3-бутадиена и 3,4-бензпирена в дыме сигарет, аэрозоле эСНТ.

Применение требований технического регламента таможенного союза «Технический регламент на табачную продукцию» (ТР ТС 035/2014) [2] относительно возможности регулирования изделий с нагреваемым табаком невозможно, так как в данных изделиях вместо горения происходит нагрев табака, а образующийся в результате нагревания табака аэрозоль качественно отличается от табачного дыма. Изделия из табака нагреваемого не могут быть классифицированы как курительные табачные изделия в связи со способом их потребления, характеризуемого как «нагревание без горения или тления», а также по наименованию вида изделия и совокупности идентификационных признаков, и требуют отдельного регулирования [3-5].

Отсутствие в России данных по содержанию токсичных компонентов в аэрозоле табака нагреваемого привели к необходимости исследования данного вида продукции и сравнении содержания этих компонентов с контрольной сигаретой. Для обоснования утверждений о снижении риска/вреда требуются дополнительные независимые исследования.

Материалом для исследований послужили изделия из табака нагреваемого (стики) Parliament Fresh (с ментолом) и Parliament Blue (без ментола) для электрических систем нагревания табака (эСНТ) IQOStm (рисунок 1), Kent Neosticks Классический табак, Kent Neosticks Цитрик микс Fruit, Kent Neosticks Дарк Фреш Menthol для эСНТ Glo (рисунок 2) и контрольные сигареты 3R4F.



Рисунок 1. Электрическая система нагревания табака IQOS™

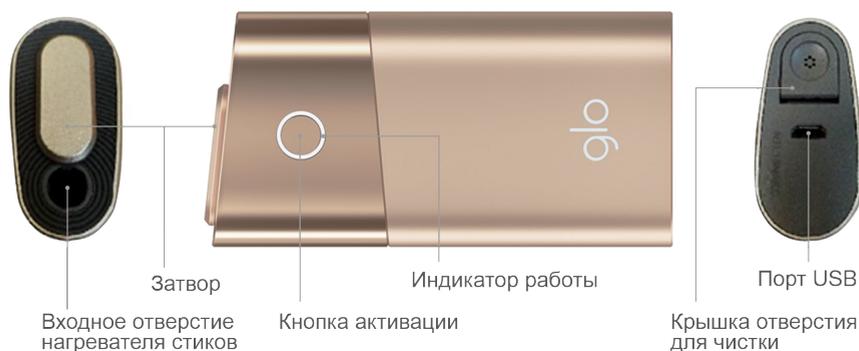


Рисунок 2. Электрическая система нагревания табака Glo

Для определения максимально возможного содержания токсичных веществ в дыме сигарет был разработан интенсивный режим прокуривания ISO Intense (ISO 20778) [7], который предполагает увеличение объема затяжки до 55 мл, проведение 2 затяжек в минуту вместо одной и полную блокировку вентиляции фильтра. Табачные нагреваемые изделия для эСНТ тестировали на курительной машине по методу ISO Intense, так как при данном режиме в аэрозоль поступает максимальное количество токсичных компонентов.

Сбор аэрозоля сигарет и нагреваемых табачных изделий на курительной машине (рисунок 3) проводили в лабораторных условиях с атмосферой окружающей среды, соответствующей требованиям ГОСТ ИСО 3402-2003 [6] с использованием режима ISO Intense 20778.



Рисунок 3. Сбор аэрозоля изделий из нагреваемого табака на курительной машине Cerulean SM450

Характеристика параметров сбора аэрозоля:

Параметры процесса	режим ISO Intense 20778
Объем затяжки, мл	55±0,5
Интервал между затяжками, с	30±0,5
Продолжительность затяжки, с	2±0,2
Блокировка зоны вентиляции, %	100
Скорость воздуха в зоне сбора аэрозоля, мл/мин	200

Для определения содержания монооксида углерода в дыме контрольной сигареты использованы стандартные методы, принятые в табачной отрасли [8-10], а для табака нагреваемого - ГОСТ Р 57458-2017 «Табак нагреваемый. Общие технические условия» [11].

Блокировку вентиляционных отверстий контрольных сигарет 3R4F осуществляли при помощи клейкой пластиковой ленты по всей окружности фильтра.

Результаты определения содержания монооксида углерода, 1,3-бутадиена, бензола и 3,4-бензпирена в аэрозоле контрольной сигареты 3R4F и нагреваемых табачных изделий при сборе аэрозоля по методу ISO Intense приведены в таблице 1.

Таблица 1. Содержание токсичных веществ в аэрозоле контрольной сигареты 3R4F и нагреваемых табачных изделий при сборе аэрозоля по методу ISO Intense

Анализируемые вещества	эСНТ IQOS™			эСНТ Glo		
	Parliament Blue	Parliament Fresh (с ментолом)	3R4F	Kent Neosticks Классический табак	Kent Neosticks Цитрик микс Fruit	Kent Neosticks Дарк Фреш Menthol
1	2	3	4	5	6	7
Монооксид углерода, мг/изд.	0,69	0,47	28,69	0,18	0,13	0,18

Монооксид углерода, мг/100 см ³	0,11	0,08	5,38	0,04	0,03	0,04
1,3-бутадиен, мкг/изд.	0,25	0,24	64,77	0,03 <LOQ**	0,03 <LOQ	0,03 <LOQ
1,3-бутадиен, мкг/100 см ³	0,04	0,04	12,14	-	-	-
Бензол, мкг/изд.	0,53	0,48	83,20	0,05	0,06	0,06
Бензол, мкг/100 см ³	0,08	0,08	15,60	0,01	0,01	0,01
3,4-бензпирен, нг/изд.	0,96	0,81	13,17	0,92	0,94	0,89

**LOQ butadiene = 0,192 мкг/изд.– значение предела количественного определения 1,3-бутадиена в аэрозоле изделий с нагреваемым табаком (0,192 мкг/изд.)

Как видно из данных, приведенных в таблице 1, содержание летучих органических соединений (1,3-бутадиена и бензола) в аэрозоле нагреваемых табачных изделий составляет для бензола - 0,05-0,53 мкг/изд., для 1,3-бутадиена – 0,2-0,25 мкг/изд., для 3,4-бензпирена – 0,81-0,96 нг/изд. В образцах нагреваемых табачных изделий для Glo содержание 1,3-бутадиена находится ниже предела определения метода (0,192 мкг/изд.).

Содержание монооксида углерода (таблица 1) в газовой фазе нагреваемых табачных изделий по методу ISO Intense составляет 0,03-0,11 мг на 100 см³ аэрозоля, что подтверждает отсутствие процесса горения или тления табака и, соответственно, эти изделия отвечают требованиям ГОСТ Р 57458-2017.

Сравнительный анализ максимального содержания компонентов аэрозоля нагреваемых табачных изделий и дыме контрольной сигареты 3R4F представлен в таблице 2.

Таблица 2. Сравнение максимального содержания компонентов аэрозоля эСНТ и содержания компонентов дыма контрольных сигарет 3R4F

Анализируемые вещества	Нагреваемые табачные изделия для IQOS™ 2.4P	Нагреваемые табачные изделия для Glo	Контр. сигарета 3R4F	Снижение содержания в IQOS™ 2.4P по сравнению с 3R4F, %	Снижение содержания в Glo по сравнению с 3R4F, %
1	2	3	4	5	6
Монооксид углерода, мг/100 см ³	0,11	0,04	5,38	-98,0	-99,30
Бенз[а]пирен, нг/изд.	0,96	0,94	13,17	-92,7	-92,9
1,3-бутадиен, мкг/изд.	0,25	-	64,77	-99,6	-
Бензол, мкг/изд.	0,53	0,06	83,20	-99,4	-99,9

Анализ полученных данных, приведенных в таблице 2, показал, что в аэрозоле нагреваемых табачных изделий при сборе аэрозоля по режиму ISO Intense наблюдается значительное снижение содержания монооксида углерода, бензола, 1,3-бутадиена и 3,4-бензпирена относительно контрольной сигареты 3R4F: бензола – более 99%, 1,3-бутадиена – более 99 %, 3,4-бензпирена 90 – 94 % по сравнению с контрольным образцом сигарет 3R4F.

Выводы

1. Отсутствие процессов термического разложения (пиролиза) табака при анализе газовой фазы аэрозоля изделий из табака нагреваемого подтверждается количеством образующегося монооксида углерода, содержание которого в газовой фазе аэрозоля составляет от 0,08 мг до 0,11 мг на 100 см³ аэрозоля или 2 % от его содержания в газовой фазе аэрозоля контрольных сигарет 3R4F.
2. Химический состав аэрозоля, который образуется при нагревании табака и вдыхается потребителем, по содержанию токсичных компонентов значительно отличается от сигаретного дыма. Газовая и твердожидкая фазы аэрозоля нагреваемых табачных палочек содержат значительно меньше вредных и потенциально опасных соединений. Отмечено снижение содержания бензола – более 99%, 1,3-бутадиена – более 99 %, 3,4-бензпирена 90 – 94 % по сравнению с контрольным образцом сигарет 3R4F в режиме ISO Intense.
3. Необходима разработка и внедрение системы технического регулирования нагреваемых табачных изделий для электрических систем, так как прямое соблюдение требований Технического регламента Таможенного союза «Технический регламент на табачную продукцию» (ТР ТС 035/2014) относительно возможности регулирования изделий с нагреваемым табаком невозможно.

Литература

1. Моисеев И.В., Подкопаев Д.О., Савин В.М. и др. Сравнительные исследования компонентного состава сигарет и стиков “Parliament” для системы нагревания табака iQOS. URL: <https://pccf.ru/blog/sravnitelnye-issledovaniya-komponentnogo-sostava-sigaret-i-stikov-parliament-dlya-sistemy-nagrevaniya-tabaka-iqos/> (дата обращения 17.09.2018).
2. Технический регламент Таможенного союза «Технический регламент на табачную продукцию» (ТР ТС 035/2014). URL: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/tehnreg/deptexreg/tr/Pages/tabac.aspx> (дата обращения 15.05.2020).
3. Пережогина Т.А., Дурунча Н.А., Попова Н.В., Глухов Д.К. Инновационные изделия из табака нагреваемого// Новые технологии. Майкоп: Изд-во ФГБОУ ВО «МГТУ», 2018. Вып. 2. С.48-54.

4. Медведева С.Н. Обзор методов определения летучих органических соединений в аэрозоле сигарет, ЭСНТ, ЭСДН и жидкостей для ЭСДН // Естественные и технические науки. 2019. № 6. С. 15-20. DOI: 10.25633/ETN.2019.06.02.
5. Пережогина Т.А., Медведева С.Н., Зайцева Т.А. Определение общей массы аэрозоля электронных систем доставки никотина с помощью курительной машины линейного типа // Естественные и технические науки. 2019. № 9. С.33-40. DOI: 10.25633/ETN.2019.06.03.
6. ГОСТ ИСО 3402-2003. Табак и табачные изделия. Атмосферы для кондиционирования и испытаний. М.: Стандартиформ, 2005. 6 с.
7. ISO 20778: 2018. Сигареты. Обычная аналитическая машина для курения сигарет. Определения и стандартные условия с интенсивным режимом курения. URL: <https://www.iso.org/standard/69065.html> (дата обращения 24.04.2020).
8. ГОСТ 31630-2012 (ИСО 8454:2007). Сигареты. Определение содержания монооксида углерода в газовой фазе сигаретного дыма с помощью недисперсного инфракрасного (NDIR) анализатора. М.: Стандартиформ, 2012. 20 с.
9. ГОСТ ISO 3308-2015. Машина обычная лабораторная для прокуривания сигарет (курительная машина). Определения и стандартные условия. М.: Стандартиформ, 2015. 20 с.
10. ГОСТ 31629-2017 (ISO 16055:2012). Табак и табачные изделия. Контрольный образец. Требование и применение. М.: Стандартиформ, 2018. 20 с.
11. ГОСТ Р 57458-2017. Табак нагреваемый. Общие технические условия. М.: Стандартиформ, 2017. 16 с.
12. Медведева С.Н., Пережогина Т.А., Гнучих Е.В., Сравнительный анализ содержания токсичных веществ в газовой фазе аэрозоля сигарет и нагреваемых табачных палочек для электрических систем нагревания табака //Известия вузов. Пищевая технология. 2020. №4(376). С.34-37. DOI: 10.26297/0579-3009.2020.4.8.
13. Зайцева Т.А., Пережогина Т.А., Попова Н.В., Еремина И.М., Особенности сбора аэрозоля различных видов электронных систем доставки никотина //Известия вузов. Пищевая технология. 2020. №4(376). С.102-106. DOI: 10.26297/0579-3009.2020.4.25.
14. https://www.coresta.org/sites/default/files/technical_documents/main/HTTP-259-CTR_Std-Terminology-Recommendations-HTTP-Emissions_July2020.pdf

References

1. Moiseev I.V., Podkopaev D.O., Savin V.M. etc. Comparative Studies of Component Composition of Cigarettes and Stick “Parliament” for iQOS Tobacco Heating System. URL: <https://pccf.ru/blog/sravnitelnye-issledovaniya-komponentnogo-sostava-sigaret-i-stikov-parliament-dlya->

- sistemy-nagrevaniya-tabaka-iqos/ (circulation date 17.09.2018).
2. Technical Regulations of the Customs Union “Technical Regulations on Tobacco Products” (TR CU 035/2014). URL: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/texnreg/deptexreg/tr/Pages/tabac.aspx> (circulation date 15.05.2020).
 3. Perezhogina T.A., Duruncha N.A., Popova N.V., Glukhov D.K. Innovative products from heated tobacco // New technologies. Maikop: Publishing house of FSBOU VO “MGTU”, 2018. Op. 2. C.48-54.
 4. Medvedeva S.N. Review of methods for determination of the volatile organic compounds in the cigarette aerosol, ESNT, ESSDN and liquids for ESSDN (in Russian) // Natural and technical sciences. 2019. № 6. P. 15-20. DOI: 10.25633/ETN.2019.06.02.
 5. Perezhogina T.A., Medvedeva S.N., Zaitseva T.A. Determination of the total aerosol mass of the electronic nicotine delivery systems by means of a linear smoking machine (in Russian) // Natural and technical sciences. 2019. № 9. P.33-40. DOI: 10.25633/ETN.2019.06.03.
 6. GUEST ISO 3402-2003. Tobacco and tobacco products. Atmospheres for conditioning and testing. Moscow: Standartinform, 2005. 6 p.
 7. ISO 20778: 2018. Cigarettes. Ordinary analytical machine for smoking cigarettes. Definitions and standard conditions for intensive cigarette smoking. URL: <https://www.iso.org/standard/69065.html> (circulation date 24.04.2020).
 8. GUEST 31630-2012 (ISO 8454:2007). Cigarettes. Determination of carbon monoxide in the gaseous phase of cigarette smoke using a non-dispersed infrared (NDIR) analyzer. Moscow: Standardinform, 2012. 20 c.
 9. GUEST ISO 3308-2015. Ordinary laboratory machine for smoking cigarettes (smoking machine). Definitions and standard conditions. M.: Standardinform, 2015. 20 p.
 10. GUEST 31629-2017 (ISO 16055:2012). Tobacco and tobacco products. Reference sample. Requirement and application. Moscow: Standartinform, 2018. 20 p.
 11. GUEST P. 57458-2017. Tobacco heated. General technical specifications. Moscow: Standartinform, 2017. 16 p.
 12. Medvedeva S.N., Perezhogina T.A., Gnuchikh E.V. Comparative analysis of the content of toxic Substances in the gas phase of cigarette aerosol and heated tobacco sticks for electric tobacco Heating systems //Izv.higher educational. Food technology. 2020. No. 4(376). P. 34-37. DOI: 10.26297/0579-3009.2020.4.8.
 13. Zaitseva T. A., Perezhogina T. A., Popova N. V., Eremina I. M. Features of aerosol collection of various types of electronic nicotine Delivery systems// Izv.higher educational. Food technology. 2020. No. 4(376). P. 102-106. DOI: 10.26297/0579-3009.2020.4.25.
 14. https://www.coresta.org/sites/default/files/technical_documents/main/HTP-259-CTR_Std-Terminology-Recommendations-HTP-Emissions_July2020.pdf

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ: КАРБОНИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ТАБАЧНЫХ СПЕЦИФИЧЕСКИХ НИТРОЗАМИНОВ В ДЫМЕ СИГАРЕТ И АЭРОЗОЛЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ДОСТАВКИ НИКОТИНА

Миргородская А.Г., канд. техн. наук, Шкидюк М.В., Бубнова Н.Н., Калашников С.В., Дон Т.А., канд. техн. наук, Жабенцова О.А., канд. техн. наук
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий», Российская Федерация, г. Краснодар

Аннотация. Проведен мониторинг никотинсодержащей продукции и представлен обзор систем доставки никотина различных торговых марок. Установлено, что химический состав аэрозоля НСП требует системного изучения и является отправной точкой в оценке уровня риска для потребителей. Разработаны протоколы тестирования, методики раздельного сбора газовой и твердожидкой фазы аэрозоля, а также методики определения токсических компонентов дыма/аэрозоля. Получены экспериментальные данные по количественному определению табачных специфических нитрозаминов и карбонильных соединений с помощью высокоэффективной жидкостной хроматография / масс-спектрометрия (ВЭЖХ / МС-МС) в аэрозоле инновационных продуктов – электрической системе нагревания табака (ЭСНТ) и электронных систем доставки никотина (ЭСДН), а так же в дыме коммерческих сигарет и референтных сигарет 3R4F.

Ключевые слова. Электрическая система нагревания табака (ЭСНТ), референтная сигарета 3R4F, электронная система доставки никотина (ЭСДН), аэрозоль, никотин, табачные специфические нитроамины, нитрозонорникотин (NNN), 4-(N-метил-N-нитрозамино-)-1-(3-пиридил-)-1-бутанон (NNK), карбонильные соединения, формальдегид, ацетальдегид, акролеин.

RESEARCH TOXIC COMPONENTS: CARBONYLS COMPOUNDS AND TSNA IN CIGARETTE SMOKE AND IN AEROSOL NICOTINE DELIVERY SYSTEMS

Mirgorodskaya A.G., cand. tech. of science, Shkidyuk M.V., Bubnova N.N., Kalashnikov S.V., Don T.A., cand. tech. of science, Zhabentsova O.A., cand. tech. of science
FSBSI “All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products”, Russian Federation, Krasnodar

Abstract. Monitoring of nicotine containing products has been carried and review of nicotine delivery systems of different trademarks has been presented. It has been established that the chemical composition of the NSP aerosol requires a systematic study and is the starting point in assessing the level of risk for consumers. Testing protocols, methods for separate collection of the gas and solid-liquid phases of the produced aerosol, as well as methods for determining the toxic components of smoke / aerosol have been developed. TSNA and carbonyl compounds levels were measured by high-performance liquid chromatography/mass spectrometry (HPLC/MS-MS) in aerosols of innovative products– electrically heated tobacco products (EHTP) and electronic nicotine delivery system (ENDS), and also in the smoke of commercial and 3R4F reference cigarettes.

Keywords. Electrically heated tobacco products (EHTP), 3R4F reference cigarettes, electronic nicotine delivery system (ENDS), aerosol, nicotine, tobacco-specific nitrosamines (TSNA), nitrosonornicotine (NNN), 4-(N-methyl-N-nitrosamino-)-1-(3-pyridyl-)-1-butanone (NNK), carbonyl compounds, formaldehyde, acetaldehyde, acrolein.

В последние годы на мировом рынке широкое распространение получили потребительские продукты в виде систем доставки никотина (СДН), замещающие курение табачных изделий. От традиционных сигарет эта продукция отличается отсутствием процесса горения, её потребление происходит путем вдыхания аэрозоля, образующегося в результате нагревания табака или жидкости, содержащей никотин.

Принципы, позволяющие классифицировать инновационную табачную продукцию, как отдельную категорию изделий:

- наличие никотина;
- образование аэрозоля, вдыхаемого потребителем;
- использование исключительно со специальными устройствами – системами доставки никотина.

В процессе исследований в лаборатории технологии производства табачных изделий был проведен мониторинг российского рынка никотинсодержащей продукции (НСП), в т.ч. и систем доставки никотина.

Спектр НСП разнообразен и включает:

- жидкость для ЭСДН - раствор, предназначенный для использования в ЭСДН (жидкость или гель), который преобразуется в аэрозоль, вдыхаемый потребителем [1];
- табак нагреваемый - изделие, состоящее из табачного сырья с добавлением или без добавления ингредиентов, предназначенное для потребления исключительно с устройством для нагревания путем вдыхания табачного пара, образующегося при его нагревании без горения и тления [2];
- гибридные (комбинированные) изделия, состоящие из двух или более наполнителей, хотя бы один из которых содержит никотин и используемые с системами доставки никотина.

На современном рынке представлено несколько поколений ЭСДН, которые отличаются внешним видом и конструкцией.

На рисунке 1 представлена СДН закрытого типа торговой марки «LUXLITE».



Рисунок 1. СДН «LUXLITE» одноразового использования

Принцип работы СДН «LUXLITE» – преобразование жидкости в аэрозоль при нагревании атомайзером-испарителем. В СДН данного типа, жидкостью пропитан картридж, который представляет собой сверток из флизелина цилиндрической формы.

На рисунке 2 представлена СДН многоразового использования торговой марки «VON ERL Му» со сменным картриджем



Рисунок 2. СДН многоразового использования VON ERL Му со сменным картриджем

Система доставки никотина VON ERL Му состоит из двух частей - блока со встроенным аккумулятором и картриджа с жидкостью.



Рисунок 3. СДН торговой марки iKuu i200 с баком Melo 4

На рисунке 3 представлена СДН открытого типа многоразового использования торговой марки «iKuu i200» с перезаряжаемой емкостью (баком) Melo 4.

Инновационным продуктом является электрическая (ЭСНТ) и гибридная системы нагревания табака. В таблице 1 представлена инновационная табачная продукция и виды используемых стиков/капсул/картриджей с табаком нагреваемым.

Таблица 1. Инновационная табачная продукция

Наименование продукта / изготовитель	Название расходного материала
Электрические системы нагревания табака	
iQOS (PMI)	Стик: HEETS Parliament Blue, HEETS Parliament Fresh, HEETS (Rich, Light, Menthol), HEETS Marlboro
GLO (BAT)	Стик: Neostick Kent
Комбинированные (гибридные) системы нагревания табака	
Ploom Tech (JTI)	Капсула: Mevius Purple, Mevius Regular, Mevius Green
iFuse (BAT)	Картридж: Neopod Tobacco, Neopod Crisp Blue, Neopod Winter Green.

Система нагревания табака представляет собой устройство, которое нагревает наполнитель, состоящий из специально подготовленного табачного сырья и расфасованного в порционную упаковку в виде капсул (палочек, стиков), в результате потребления образуется никотинсодержащий аэрозоль, который вдыхает потребитель. При работе ЭСНТ температура нагрева в момент затяжки достигает 300оС, в отличие от традиционных сигарет, в которых пиролиз табака происходит при температуре свыше 800 оС. Нагревание табака без его горения и тления приводит к генерированию аэрозоля с более низким уровнем содержания токсичных веществ [3].

В 2019 г. нагреваемый табак демонстрировал чрезвычайно высокий рост. Движущей силой этой категории является продукт IQOS от Phillip Morris International (PMI), который продолжает вводить новшества и доминировать в продажах [4]. Более 2 млн курильщиков во всем мире используют IQOS, в т.ч. и в России.

Инновационный продукт - комплект электрической системы нагревания табака марки IQOS™ 2.4P и стики (табак нагреваемый) представлены на рисунках 4 - 5.



Рисунок 4. ЭСНТ торговой марки iQOS

Стики (табак нагреваемый) представляют собой цилиндрические стержни длиной 45 мм, состоящие из четырех различных секций, обернутые в сигаретную и ободковую бумагу (рисунок 5).

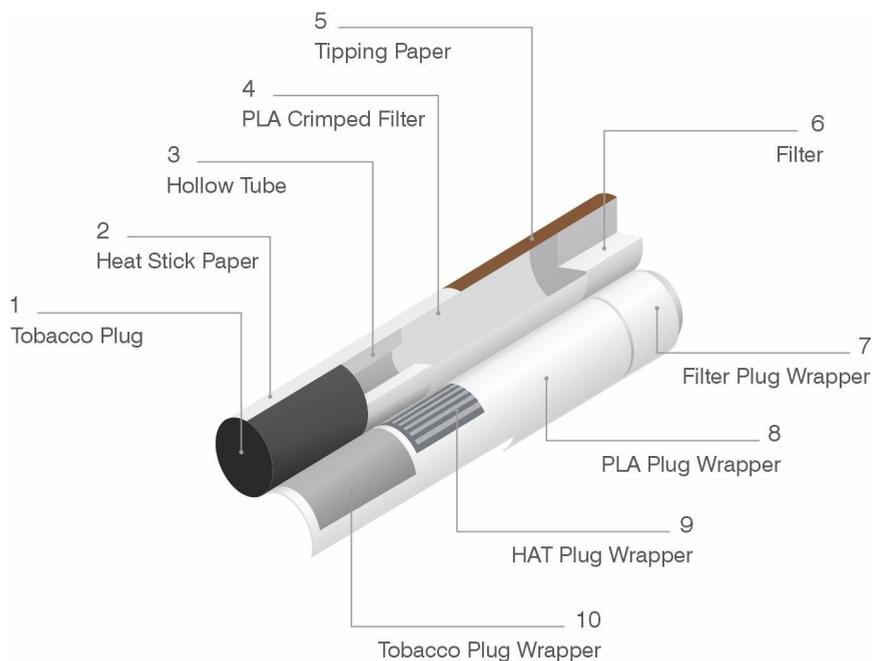


Рисунок 5. Изделия с нагреваемым табаком (стики) для IQOS

Конструктивные элементы стика для iQOS:

- табачный наполнитель (12 мм),
- полая трубка (8 мм) из спрессованного ацетатного волокна
- фильтр (18 мм)
- фильтрующий мунштук (7 мм) из ацетатного волокна.

Мониторинг табачного рынка показал большое разнообразие используемых СДН и е-жидкостей с различным содержанием никотина (солей никотина) и соотношением глицерина/пропиленгликоля (PG/VG). Следовательно, необходимы исследования, позволяющие провести оценку риска для здоровья потребителей данного сегмента продукции.

Единого международного подхода к регулированию инновационной никотинсодержащей продукции не существует, отсутствуют требования безопасности и методическая база для контроля веществ, выделяемых в аэрозоль при потреблении.

Исследования по установлению уровня токсических компонентов – карбонильных соединений и табачных специфических нитрозаминов в генери-

руемом аэрозоле НСП, проведены в лаборатории технологии производства табачных изделий ФГБНУ ВНИИТТИ в рамках НИР, выполняемой по заказу Евразийской экономической комиссии [5].

Объекты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2. Объекты исследования

	Торговая марка	Конструкция	Жидкость/картридж /стик
Сигареты	3R4F	референтные	
	Bond	Street Blue Selection	
	LD	Blue	
СДН	LUXLITE	одноразовые	American Blend Full American Blend Light
	iKuu i200	с перезаправляемой ёмкостью	Tobacco
	VON ERL My	со сменным картриджем	Raw Tobacco Classic
ЭСНТ	IQOS 2.4P	электрические	Parliament Blue Parliament Fresh

Позиционирование никотинсодержащей продукции как альтернативы традиционному табакокурению, а также ингаляционный способ потребления сигаретного дыма и аэрозоля, генерируемого СДН, предопределяет необходимость сравнения их химического состава.

Табачный аэрозоль – это чрезвычайно сложная смесь компонентов, состоящая из нескольких тысяч химических соединений различных классов, многие из которых присутствуют в незначительных количествах. Около 150 веществ являются токсичными и представляют угрозу для здоровья. Из всего списка веществ, примерно половина присутствует непосредственно в табаке, а остальные характерны для табачного дыма, то есть образуются при пиролизе и реакциях пиросинтеза компонентов табака.

Особый интерес в сигаретном дыме и аэрозоле СДН представляют карбонильные соединения и табачные специфические нитрозамины (TSNA) в виду их высокой токсичности:

- Формальдегид - токсичное соединение, мутаген. Опасность формальдегида как мутагена заключается в индуцировании соматических мутаций, опасных для жизни организма, а также в передаче мутаций в следующие поколения. Оказывает действие на центральную нервную систему, вызывая головные боли и утомление.
- Ацетальдегид - канцероген, способный вызывать мутации и повреждать ДНК.
- Акролеин - соединение общетоксического действия, вызывает раздражение кожи, глаз и дыхательных путей, приводит к рефлекторным изменениям центральной нервной системы.

- Табачные специфические нитрозоамины (TSNA): N-нитрозонорникотин (NNN) и 4-(метил-нитрозамино)-1-(3-пиридил)-1-бутанон (NNK) классифицируются как группа IARC 1 - канцерогены.

Карбонильные соединения (формальдегид и акролеин) образуются в результате термического разложения компонентов табака, в основном, при температурах выше 300°C, могут образоваться при термическом разложении е-жидкостей, в составе которых присутствует глицерин.

Табакоспецифические нитрозоамины (TSNA): NNN, NNK, N-нитрозоанабазин (NAB) и N-нитрозоанатабин (NAT) образуются из алкалоидов табака, в дыме/аэрозоле формируются в результате дистилляции или пиросинтеза при температурах около 400°C.

Проведен мониторинг мировых исследований, потенциально применимых для определения приоритетных токсичных компонентов в аэрозоле НСП.

Анализ методов, применяемых ISO, CORESTA, табачными компаниями и независимыми лабораториями для определения TSNA и карбонильных соединений, показал отсутствие единого подхода при тестировании и анализе никотинсодержащей продукции.

В исследованиях T.Cheng [6] обобщаются результаты, связанные с изучением химического состава электронных сигарет; в нем также подчеркиваются ограничения и информационные пробелы, которые имеют решающее значение для надежного сбора данных о химическом составе для оценки опасности потребления НСП [6]. Кроме того, отмечается, что большой разброс в уровнях содержания специфических для табака нитрозаминов и карбонильных соединений, связан с отсутствием стандартизированных методов их определения в аэрозоле. Показатели варьируются от следовых количеств до достаточно высоких значений [6].

На международном уровне (организация CORESTA, ISO/TC 126 Tobacco and tobacco products) проводится работа по созданию методов контроля качества НСП.

Разработка комплексной методологии пробоподготовки (генерация, сбор компонентов аэрозоля) и инструментального определения токсических соединений аэрозоля НСП – актуальная задача с точки зрения оценки рисков продукта.

СДН предлагаются как альтернатива традиционным сигаретам и, следовательно, их оценка должна проводиться в сравнении коммерческими и референтными (3R4F) сигаретами.

Тестирование НСП проводилось на пятиканальной лабораторной курительной машине линейного типа Cerulean SM 405 при горизонтальном расположении СДН. Стандартные протоколы, используемые при тестировании традиционных сигарет, адаптированы для НСП.

На рисунке 6 представлено подключение СДН VON ERL Mu и iQuo i200 для генерации аэрозоля при тестировании на курительной машине.



Рисунок 6. Генерация аэрозоля жидкостями для ЭСДН на курительной машине

Существенные различия в методах генерации и сбора аэрозоля предопределили выбор оптимального режима тестирования НСП. Проанализированы режимы прокуривания:

- ISO 20778:2018. Cigarettes - Routine analytical cigarette smoking machine - Definitions and standard conditions with an intense smoking regime [7];
- ГОСТ ISO 3308-2015. Машина обычная лабораторная для прокуривания сигарет (курительная машина). Определения и стандартные условия [8];
- ISO 20768:2018. Vapour products - Routine analytical vaping machine - Definitions and standard conditions [9].

В результате исследований, определены оптимальные режимы машинной генерации аэрозоля различных видов НСП (таблица 3).

Таблица 3. Режимы тестирования НСП

Объект анализа	Параметры тестирования				
	объем затяжки, мл	продолжительность затяжки, сек	пауза между затяжками, сек	блокировка вентиляции	профиль затяжки
Жидкости для СДН	ISO 20768:2018				
	55 ± 0,3	3 ± 0,1	30 ± 0,5	-	прямоугольный
Сигареты, табак нагреваемый	ISO 20778:2018				
	55 ± 0,5	2 ± 0,05	30 ± 0,5	100	колокол

Выбор оптимального режима генерации позволяет получить достоверные данные о количественном составе аэрозоля и, соответственно, дают возможность оценить токсическую нагрузку продукта.

Пробоподготовка для последующего определения токсических компонентов дыма/аэрозоля включает этапы отдельного сбора газовой и твердо-жидкой фазы.

Для обеспечения сопоставимости данных, разработаны методики, устанавливающие процедуру сбора аэрозоля для всех видов НСП вне зависимости от конструкции СДН:

- Сбор газовой фазы аэрозоля никотинсодержащей продукции (НСП) для определения содержания карбонильных соединений
- Сбор твердой фазы аэрозоля никотинсодержащей продукции (НСП) для определения содержания нитрозаминов.

Количественное определение твердой фазы главной струи аэрозоля проводится гравиметрическим методом с применением кембриджского фильтра CFP (по разнице между массой CFP до и после тестирования на курительной машине) с использованием холостого опыта при каждом цикле определений. Сигареты и держатели СДН с помощью специального адаптера подсоединяли к предварительно взвешенным с точностью до 0,1 мг ловушкам с фильтрами, прошедшими кондиционирование не менее 12 часов. Держатели и сигареты вставляли в ловушку так, чтобы конец фильтра упирался в диск с отверстием, находящимся внутри ловушки. По окончании процесса прокуривания держатель отсоединяли от ловушки. Ловушки снимали с курительной машины, закрывали колпачками переднее и заднее отверстия, и взвешивали с точностью до 0,1 мг. Полученная разница массы соответствует общему содержанию частиц твердой фазы главной струи аэрозоля (ТФМ). Время тестирования образца зависит от количества затяжек и режима тестирования. Компоненты твердой фазы, собранные на CFP, экстрагируются. Аэрозольный экстракт фильтруется и помещается в LC-пробирки.

Улавливание компонентов газовой фазы дыма/аэрозоля для определения карбонильных соединений (рисунок 7) проводили через систему барботеров, подключённых к каналам курительной машины: два барботера для улавливания компонентов содержат раствор 2,4 - Динитрофенилгидразина (DNPH), один – пустой. После сбора аэрозоля и поглощения DNPH-раствором, добавляется раствор пиридина [3]. Аэрозольный экстракт помещается в LC-пробирки Agilent.



Рисунок 7. Улавливание карбонильных соединений с помощью барботеров, присоединенных к курительной машине

Для определения токсических компонентов в дыме/ аэрозоле используется метод высокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с тандемной масс-спектрометрией ВЭЖХ/МС-МС (LCMS/MS) детектированием на электроспревом источнике:

- табачных специфических нитрозаминов (NNN и NNK) - в режиме положительной полярности
- карбонильных соединений - в режиме отрицательных масс.

Аналитическое оборудование, используемое в исследованиях: хроматограф Thermo Scientific Dionex UltiMate 3000 и масс-спектрометр TSQ Quantiva.

Актуальные методики определения карбонильных соединений в газовой фазе и нитрозаминов в твердожидкой фазе аэрозоля СДН основаны на методах, рекомендованных CORESTA:

- CORESTA RM № 74 «Determination of selected carbonyls in mainstream cigarette smoke by HPLC» [10]
- CORESTA CRM № 75 «Determination of tobacco specific nitrosamines in mainstream cigarette smoke by LC-MS/MS» [11]
- CORESTA Recommended Method No. 72 «Determination of tobacco specific nitrosamines in tobacco and tobacco products by LC-MS/MS» [12].

Применительно к аналитическому оборудованию, разработаны методики определения токсических компонентов, с учетом крайне низких концентраций анализируемых веществ в аэрозоле НСП:

- Определение содержания карбонильных соединений в аэрозоле изделий с нагреваемым табаком (табака нагреваемого)
- Определение содержания карбонильных соединений в жидкости для систем доставки никотина (СДН) и в аэрозоле никотинсодержащей продукции (НСП)
- Определение содержания нитрозаминов в жидкости для систем доставки никотина (СДН) и в аэрозоле никотинсодержащей продукции (НСП)
- Определение содержания нитрозаминов в аэрозоле изделий с нагреваемым табаком (табака нагреваемого).

Количественное содержание исследуемых токсических компонентов дыма сигарет и аэрозоля ЭСНТ определено методом ВЭЖХ/МС-МС и представлено в таблице 4.

Таблица 4. Содержание токсических компонентов дыма сигарет и аэрозоля стиков ЭСНТ

Образец	Содержание компонентов аэрозоля									
	Табачные специфические нитрозамины TSNA				Карбонильные соединения					
	NNN, нг/шт.		NNK, нг/шт.		формальдегид, мкг/шт.		ацетальдегид, мкг/шт.		акролеин мкг/шт.	
	среднее	SD*	среднее	SD	среднее	SD	среднее	SD	среднее	SD
Стики ЭСНТ										
Parliament Blue	6,66	0,14	5,84	0,02	4,19	0,29	192,24	1,43	11,25	0,48
Parliament Fresh	6,48	0,09	5,72	0,10	4,70	0,39	176,98	7,11	10,96	0,95
Сигареты										
3R4F	294,90	6,11	227,78	12,31	69,72	7,11	1528,91	50,51	171,05	5,11
LD Blue	171,11	10,20	150,75	6,08	65,61	2,33	1139,68	51,03	134,02	5,57
Bond Street Blue	86,51	5,97	44,37	3,05	66,86	1,01	791,36	29,29	97,69	7,04

*Относительные стандартные отклонения (SD)

Установлено, что содержание TSNA и карбонильных соединений в аэрозоле исследуемых нагреваемых табачных стиков «Parliament Blue» и «Parliament Fresh» значительно ниже по сравнению с содержанием в дыме сигареты 3R4F и коммерческих образцов сигарет. Статистическая обработка результатов показала, что полученные значения стандартного отклонения (SD), указывают на небольшой разброс отдельных определений.

Табачные специфические нитрозамины в аэрозоле, продуцируемом жидкостями для ЭСДН, определяемые с использования метода ВЭЖХ/МС-МС, не обнаружены.

Таблица 5. Содержание карбонильных соединений в аэрозоле жидкости для СДН

Исследуемый образец	Количество затяжек/устройство, картридж, заправка бака, шт.	Содержание компонентов аэрозоля					
		формальдегид, мкг/зат.		ацетальдегид, мкг/зат.		акролеин, мкг/зат.	
		среднее	SD	среднее	SD	среднее	SD
LUXLITE							
American Blend Light	250	0,25	0,03	0,46	0,04	0,34	0,01
American Blend Full	250	1,27	0,48	-	-	0,32	0,01
VON ERL My Raw Tobacco Classic							
Raw Tobacco Classic	300	0,73	0,36	0,24	0,03	0,01	0,01
iKuu i200							
Tobacco	70	244,33	19,77	-	-	43,22	0,52

Содержание карбонильных соединений в аэрозоле исследуемых жидкостей, представлено в таблице 5.

Установлено:

- Содержание определяемых карбонильных соединений в аэрозоле СДН колеблется в широких пределах:
 - формальдегид, мкг/затяжку 0,73 – 244,33
 - ацетальдегид, мкг/затяжку 0 – 0,46
 - акролеин, мкг/затяжку 0,01 – 43,22.
- В аэрозоле, генерируемом устройством iКюц, определено повышенное содержание формальдегида (до 245 мкг/затяжку) и акролеина (свыше 43 мкг/затяжку), при этом, величина стандартного отклонения (SD), свидетельствуют о нестабильной работе устройства.

Заключение

1. Химический состав аэрозоля НСП требует системного изучения и является отправной точкой в оценке уровня риска для потребителей.
2. Для оценки токсикологического риска НСП разработаны протоколы тестирования и методики раздельного сбора газовой и твердожидкой фазы продуцируемого аэрозоля.
3. Разработаны методики определения токсических компонентов (карбонильных соединений и табачных специфических нитрозаминов) с учетом крайне низких концентраций анализируемых веществ.
4. Результаты исследований свидетельствуют, что содержание приоритетных токсичных компонентов по списку ВОЗ (формальдегид, ацетальдегид, акролеин, N-нитрозонорникотин (NNN), 4-(метилнитрозамино)-1-(3-пиридил)-1-бутанон (NNK) в аэрозоле изученных образцов табачных стиков для ЭСНТ значительно ниже, чем в дыме сигарет. Следовательно, нагреваемые табачные стики «Parliament Blue» и «Parliament Fresh» для электрической системы нагревания табака iQOS можно отнести к табачным изделиям пониженного риска.
5. Содержание карбонильных соединений в аэрозоле СДН различной конструкции колеблется в широких пределах. Табачные специфические нитрозамины в аэрозоле жидкости для СДН не определены.

Литература

1. ГОСТ Р 58109-2018. Жидкости для электронных систем доставки никотина. Общие технические условия.
2. ГОСТ Р 57458—2017. Табак нагреваемый. Общие технические условия.
3. Гнучих Е.В., Шкидюк М.В., Миргородская А.Г. Исследования инновационной продукции – электронных систем доставки никотина // Вестник ВГУИТ. 2017. № 3. Вып.2. С.31- 36.

4. <https://www.euromonitor.com/smokeless-tobacco--e-vapour-products-and-heated-tobacco-in-russia/report> Smokeless Tobacco, E-Vapour Products and Heated Tobacco in Russia / Jul 2020(дата обращения 01.09.2020).
5. http://www.eurasiancommission.org/ru/NIR/Lists/List/Attachments/217/ВНИИТТИ_Отчет_2_этап_НИР.pdf
6. Cheng T. Chemical evaluation of electronic cigarettes// Tobac. Contr. 2014. V.23 (Suppl. 2). P. 11–17.
7. ISO 20778:2018. Cigarettes - Routine analytical cigarette smoking machine - Definitions and standard conditions with an intense smoking regime.
8. ГОСТ ISO 3308-2015. Машина обычная лабораторная для прокуривания сигарет (курительная машина). Определения и стандартные условия.
9. ISO 20768:2018. Vapour products - Routine analytical vaping machine - Definitions and standard conditions.
10. CORESTA RM № 74 «Determination of selected carbonyls in mainstream cigarette smoke by HPLC».
11. CORESTA CRM № 75 «DETERMINATION OF TOBACCO SPECIFIC NITROSAMINES IN MAINSTREAM CIGARETTE SMOKE BY LC-MS/MS» (July 2014).
12. CORESTA Recommended Method No. 72 «DETERMINATION OF TOBACCOSPECIFIC NITROSAMINES IN TOBACCO AND TOBACCO PRODUCTS BY LC-MS/MS».
13. Миргородская А.Г., Шкидюк М.В. Мониторинговые исследования мирового и российского рынка электронных курительных систем // Новые технологии. 2016. №3. С. 49-56.
14. Гнучих Е.В., Шкидюк М.В., Миргородская А.Г. Исследования инновационной продукции – электронных систем доставки никотина // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 3. С. 265-271.
15. Гнучих Е.В., Шкидюк М.В., Миргородская А.Г., Матюхина Н.Н., Дон Т.А. Современные методы контроля никотиносодержащих продуктов // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 101-108.
16. Шкидюк М.В., Калашников С.В., Резниченко И.А. Режимы генерации аэрозоля никотинсодержащей продукции // Новые технологии. 2020. №2.С. 89-96. Doi: 10.24411/2072- 0920-2020-10209.

References

1. GOST R 58109-2018. Liquids for electronic nicotine delivery systems. General technical conditions.
2. GOST R 57458—2017. Heated tobacco. General technical conditions.
3. Gnuchikh E.V., Shkidyuk M.V., Mirgorodskaya A.G. Research of innovative products - electronic systems of nicotine delivery // Vestnik VSUIT. 2017. No. 3. Issue 2. P. 31-36.

4. <https://www.euromonitor.com/smokeless-tobacco--e-vapour-products-and-heated-tobacco-in-russia/report> Smokeless Tobacco, E-Vapour Products and Heated Tobacco in Russia / Jul 2020 (дата обращения 01.09.2020).
5. http://www.eurasiancommission.org/ru/NIR/Lists/List/Attachments/217/ВНИИТТИ_Отчет_2_этап_НИР.pdf
6. Cheng T. Chemical evaluation of electronic cigarettes// Tobac. Contr. 2014. V.23 (Suppl. 2). P.11–17.
7. ISO 20778:2018. Cigarettes - Routine analytical cigarette smoking machine - Definitions and standard conditions with an intense smoking regime.
8. GOST ISO 3308-2015. Conventional laboratory machine for smoking cigarettes (smoking machine). Definitions and Standard Terms.
9. ISO 20768:2018. Vapour products - Routine analytical vaping machine - Definitions and standard conditions.
10. CORESTA RM № 74 «Determination of selected carbonyls in mainstream cigarette smoke by HPLC».
11. CORESTA CRM N° 75 «DETERMINATION OF TOBACCO SPECIFIC NITROSAMINES IN MAINSTREAM CIGARETTE SMOKE BY LC-MS/MS» (July 2014).
12. CORESTA Recommended Method No. 72 «DETERMINATION OF TOBACCOSPECIFIC NITROSAMINES IN TOBACCO AND TOBACCO PRODUCTS BY LC-MS/MS».
13. Mirgorodskaya A.G., Shkidyuk M.V. Monitoring research of the world and Russian market of electronic smoking systems // New technologies. 2016. No. 3. P.49-56.
14. Gnuchikh E.V., Shkidyuk M.V., Mirgorodskaya A.G. Research of innovative products - electronic systems of nicotine delivery // Vestnik VSUIT. 2018.Vol. 80.No. 3.P.265-271.
15. Gnuchikh E.V., Shkidyuk M.V., Mirgorodskaya A.G., Matyukhina N.N., Don T.A. Modern methods of control of nicotine-containing products // Vestnik VSUIT. 2019.Vol. 81.No. 2. P.101-108.
16. Shkidyuk M.V., Kalashnikov S.V., Reznichenko I.A. Modes of aerosol generation in nicotine-containing products // New technologies. 2020. No. 2. P.89-96. Doi: 10.24411 / 2072-0920-2020-10209.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ВИДОВ НЕТАБАЧНОЙ НИКОТИНСОДЕРЖАЩЕЙ ПРОДУКЦИИ ОРАЛЬНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ

Дон Т.А., канд. техн. наук, Калашиников С.В.,

Миргородская А.Г., канд. техн. наук, Шкидюк М.В.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий», Российская Федерация, г. Краснодар

Аннотация. Никотинсодержащие продукты отличаются технологией изготовления, ингредиентным составом, способом потребления и физиологическим эффектом. Определены факторы, определяющие токсическую нагрузку нетабачных некурильных никотинсодержащих продуктов. Установлена возможность снижения токсической нагрузки продукта при изменении содержания никотина. Установлен верхний предел содержания никотина в НСП для минимизации риска его негативного воздействия на организм. Предложена верификация методики CRM No.72 «Determination of tobaccospecific nitrosamines in tobacco and tobacco products by LC-MS/MS». Получены экспериментальные данные по количественному определению содержания нитрозаминов методом жидкостной хроматографии. Нетабачная никотинсодержащая продукция может являться альтернативой табачной продукции для потребителей никотина, при условии ограничения содержания никотина.

Ключевые слова. Нетабачная никотинсодержащая продукция, ингредиентный состав, рецептура, никотин, биодоступность, дегустационная оценка, специфические нитрозамины.

RESEARCH OF INNOVATIVE TYPES OF NON-TOBACCO NICOTINE-CONTAINING PRODUCTS FOR ORAL CONSUMPTION

Don T.A., cand. tech. of sciences, Kalashnikov S.V.,

Mirgorodskaya A.G., cand. tech. of sciences, Shkidyuk M.V.

FSBSI “All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products”, Russian Federation, Krasnodar

Abstract. Nicotine-containing products differ in appearance, manufacturing technology, ingredient composition, method of consumption and physiological effect. The factors that determine the toxic load of non-tobacco non-smoking nicotine-containing products have been determined. The possibility of reducing the toxic load of the product with a change in the nicotine content has been established. An upper limit has been established for the content of nicotine in the NSP to minimize the risk of its negative impact on the body. Proposed verification of CRM methodology No.72 «Determination of tobaccospecific nitrosamines in tobacco and tobacco products by LC-MS/MS». Experimental data were obtained on the quantitative determination of the content of nitrosamines by liquid chromatography. Non-tobacco nicotine-containing products can be an alternative to tobacco products for nicotine consumers, provided the nicotine content is limited.

Keywords. Non-tobacco nicotine-containing products, ingredient composition, formulation, nicotine, bioavailability, tasting evaluation, specific nitrosamines.

На сегодняшний день структура табачного рынка претерпела серьезные изменения: снизилось потребление сигарет, появились и заняли определенную нишу инновационные виды изделий, не имеющие прежде хождения на российском рынке. Все большее место в объеме потребления занимают некуриательные нетабачные изделия, содержащие в своем составе никотин. Отношение к некуриательным изделиям достаточно противоречиво. С одной стороны – отсутствие горения, характерное для сигарет, свидетельствует о снижении вредного воздействия продуктов пиролиза на организм человека. С другой стороны – подобно сигаретам, действие инновационных продуктов основано на введении никотина в организм.

Мониторинг рынка нетабачной никотинсодержащей продукции (НСП) показал наличие большого разнообразия новых видов изделий, отличающихся между собой внешним видом, технологией изготовления, ингредиентным составом и физиологическим эффектом. Производители используют различную терминологию для обозначения производимого продукта, наиболее распространены, так называемые, «никпэки».

Популярный и быстрорастущий сегмент рынка НСП представлен в широком ассортименте разнообразными продуктами как российских, так и зарубежных производителей (таблица 1).

Таблица 1. Никотинсодержащая продукция

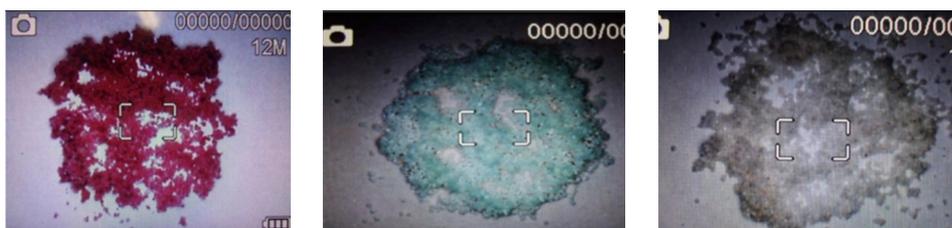
№	Производитель	Бренд	Основа	Цвет	Никотин, %
1	GN Tobacco AB, Швеция	White fox	целлюлоза	белый	1,6
2	Skruf Snus AB, Швеция	Skruf Super White fresh	клетчатка	белый	0,8
3	Skruf Snus AB, Швеция	Skruf Super White	клетчатка	белый	1,3
4	Swedish Match, Швеция	ZYN Cool Mint Mini	целлюлоза	белый	0,8
5	Swedish Match, Швеция	ZYN Citrus Mini	целлюлоза	белый	0,9
6	ООО "Корвус", Россия	CHN Original mentol	целлюлоза	белый	1,8
7	ООО "Корвус", Россия	Corvus joker Wild Berries	целлюлоза	розовый	8,8
8	ООО "Корвус", Россия	CORVUS extrem	мята перечная	зеленый	4,1
9	ООО "Корвус", Россия	CORVUS Brutal	мята перечная	зеленый	5,2
10	ООО "Корвус", Россия	CORVUS strong	растительное сырье	зеленый	3,0
11	ООО "Виларос", Россия	KUST ice mint norm	целлюлоза	белый	0,4
12	ООО "Виларос", Россия	KUST ice mint heavy	целлюлоза	белый	1,6
13	Фидлер и Лундгрэн АБ, Швеция	Velo Berry Frost Easy	целлюлоза	белый	0,5
14	Фидлер и Лундгрэн АБ, Швеция	Velo Berry Frost Medium	целлюлоза	белый	0,7
15	Фидлер и Лундгрэн АБ, Швеция	Velo Polar Mint	целлюлоза	белый	0,4
16	Фидлер и Лундгрэн АБ, Швеция	Velo Polar Mint Medium	целлюлоза	белый	0,7
17	Фидлер и Лундгрэн АБ, Швеция	Velo Ice Cool Strong	целлюлоза	белый	1,0

18	ООО "СДВР-Союз"	FAFF Citron	целлюлоза	молочный	5,2
19	SRL "Тобакко Trade", Молдова	Monarch Original Grape	виноградный жмых	бордовый	2,1
20	SRL "Тобакко Trade", Молдова	Pegas Original	рис, целлюлоза	белый	2,8
21	ООО "Рапсодия", Россия	GGWP	полотно (войлок)	бежевый	3,6
22	ООО "Рапсодия", Россия	Head Shot	полотно (войлок)	белый	5,0
23	Фидлер и Лундгрэн АБ Швеция	LYFT MINT SLIM	целлюлоза	белый	0,9
24	Фидлер и Лундгрэн АБ Швеция	LYFT ICE COOL SLIM Strong	целлюлоза	белый	1,4
25	Фидлер и Лундгрэн АБ Швеция	LYFT FREEZE SLIM X-STRONG	целлюлоза	белый	1,7
26	ООО «Евро Эксперт Плюс»	Vote	растительное сырье	белый	1,5
27	GN ТОВАССО Швеция	«White Fox» DOUBLE MINT	целлюлоза	белый	1,5
28	GN ТОВАССО Швеция	«White Fox» FULL CHARGE	целлюлоза	белый	2,4
29	GN ТОВАССО Швеция	«White Fox» DOUBLE MINT	целлюлоза	белый	1,4

Данные, приведенные в таблице 1, свидетельствуют о том, что чаще всего, основой при изготовлении НСП является целлюлоза и растительное сырье.

НСП поступает в продажу в виде порционных пакетиков из крупнопористого нетканого материала, разной массы и размеров. Пакетики упакованы в потребительскую упаковку, представляющую собой герметично закрытую пластиковую банку с откидной крышкой сверху, предусмотренной для помещения под нее использованных пакетиков.

Структура образцов НСП установлена микроскопическим исследованием с использованием Digital Microscope Levenhuk DTX 500 LCD и представлена на рисунке 1



а. Корвус

в. FAFF

с. VELO

Рисунок 1. Структура никотинсодержащих продуктов

В ингредиентном составе НСП допускаются никотин и компоненты, разрешенные к использованию при производстве пищевой продукции.

Отсутствие нормативной документации, регламентирующей требования к производству и реализации данного вида продукции, предопределяет необходимость проведения исследований нетабачной никотинсодержащей продукции орального потребления, её идентификации, выработки технических требований, методам контроля, и, что является основным итогом, оценки риска потребления НСП.

Определенным шагом в этом направлении, можно считать включение в программу национальной стандартизации разработку ГОСТ Р «Никотинсодержащая продукция для орального потребления. Общие технические условия».

Токсикологические риски несут все формы потребления никотинсодержащих продуктов. Физиологическое действие никотина на организм считается причиной потребления табака. Фармакинетика и биологическая доступность никотина обуславливает его стимулирующий эффект. Чем быстрее никотин высвобождается из табачного продукта, всасывается и достигает пикового значения, тем выше вероятность привыкания потребления этого продукта.

Никотин относится к алкалоидам пиридинового ряда растительного происхождения и является биологически активным веществом. В эту же группу входят: кофеин, хинин, стрихнин, кокаин и некоторые другие органические соединения. Потребление никотина в качестве никотинзаместительной терапии (жевательная резинка, ингаляторы, назальные спреи, пластыри) официально одобрено во многих странах мира.

Привычная и достаточная доза никотина, получаемая курильщиком при потреблении сигарет, является критерием уровня концентрации никотина в альтернативном сигаретам продукте.

При курении, никотин всасывается преимущественно через легкие. В отличие от сигарет, никотин из некурильных изделий всасывается через слизистую ротовой полости.

В Швеции разработан стандарт, регламентирующий максимальную концентрацию никотина в НСП на уровне не более 20мг/изделие [1].

В средствах массовой информации часто приводится некорректное сравнение: одна порция никотинсодержащего изделия соответствует нескольким пачкам сигарет, т.е. абсолютное количество никотина в некурильном изделии сравнивается с количеством никотина в дыме сигареты, прокуриваемой курительной машиной в соответствии с методами ISO. Это вводит в заблуждение потребителей, т.к. общее количество никотина в одном изделии значительно переоценивается по сравнению с количеством никотина, которое в действительности получает человек.

На рисунке 2 приведена зависимость содержания никотина в НСП/сигарете от способа употребления исследуемого продукта.

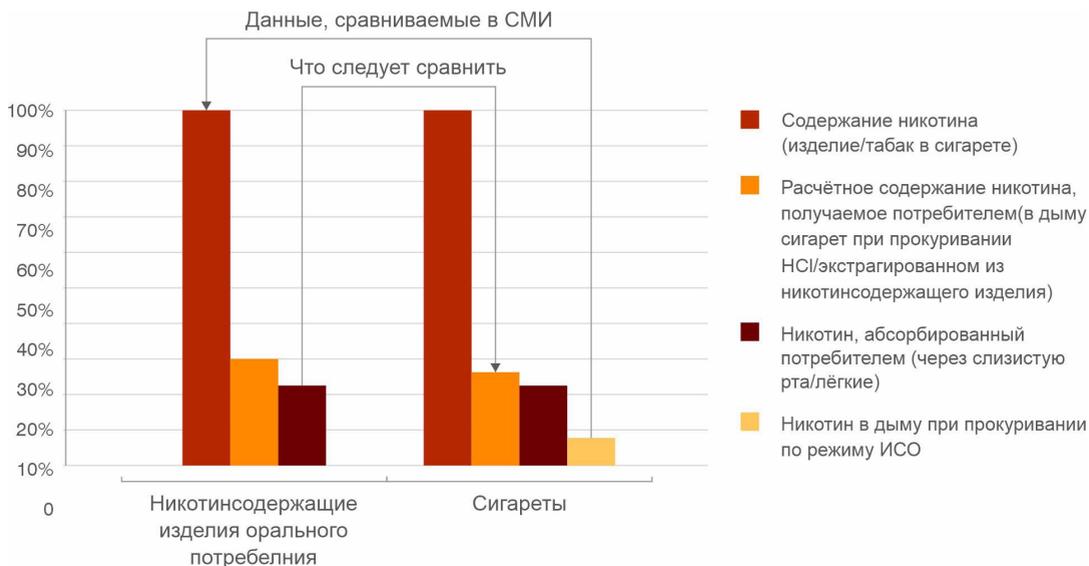


Рисунок 2. Сравнительный анализ содержания никотина в НСП/сигарете в зависимости от способа употребления

Данные о воздействии никотина, полученные с помощью изучения шведского сосательного табака снюса, помогают в оценке новой категории никотинсодержащих продуктов, т.к. абсорбируется никотин через слизистую оболочку полости рта. Данные показывают, что пользователи экстрагируют только 30-37% от общего количества никотина, который присутствует в пэке, а поглощают только 10-20% никотина [2].

Временные рамки потребления никотина между курением сигарет и потреблением никотинсодержащей продукции орального потребления существенно различаются. С одной стороны, это связано с тем, что поглощение никотина через легкие во время курения сигарет происходит очень быстро и эффективно, тогда как поглощение никотина через слизистую оболочку полости рта происходит значительно медленнее. С другой стороны, сигарета выкуривается за несколько минут, в то время как одно изделие используется гораздо дольше, в течение 60-70 минут [3].

При этом, биодоступность никотина в процессе потребления НСП существенно меньше, чем во время традиционного курения. Максимальная концентрация никотина (20 мг/изделие или 30 мг/г) способна удовлетворить потребность в никотине. Такое содержание никотина (30 мг/г) имеет табачное сырье, из которого в дальнейшем производятся табачные изделия. Данная концентрация никотина в табаке обусловлена природными агроклиматическими факторами, сортовыми особенностями и может варьировать от 0,5% до 4,5%.

Несмотря на то, что существует установленная летальная доза никотина, количество смертельных случаев отравления, зафиксированных в мире, очень

мало. Это обусловлено тем, что человек взаимодействует с продуктами, где никотин является одним из составляющих (например, в растениях семейства пасленовых, к которым относится табак: баклажанах, перце, томатах, в некоторых других растениях) [4]. Поэтому вероятность причинения вреда здоровью оценивается через биодоступность никотина, которая широко варьирует в зависимости от исходного сырья, в состав которого входит никотин, а также способа его попадания в организм (парентерально, перорально, трансбуккально, сублингвально).

Существует сложившаяся практика установления верхнего предела содержания никотина в никотинсодержащих продуктах для минимизации риска его негативного воздействия на организм.

Известно, что ежедневное количество поглощенного никотина среди пользователей шведского снюса примерно такое же, как и у курильщиков, независимо от того, измеряется ли оно через устойчивые уровни никотина в крови, или через общий уровень метаболитов никотина, выделяемых с мочой в течение 24 часов.

Исследованиями, проводимыми в отношении табачных курительных и некурительных продуктов установлено:

- для фармацевтических никотинсодержащих продуктов пороговое значение содержания никотина было оценено в 20 мг;
- максимальный уровень никотина в крови после употребления никотинового пэка с содержанием никотина 15 мг, сравним с максимальным уровнем никотина, получаемом при курении сигареты крепостью 1 мг никотина в дыме [6];
- для некурительных продуктов доза никотина выше 30 мг при случайном попадании в организм (проглатывании) могла приводить к неблагоприятным последствиям [7];
- при случайном употреблении внутрь жидкостей для электронных систем доставки никотина исследования в США показали, что среднее воздействие никотина в 19,3 мг не вызывало медицинских эффектов, а при увеличении среднего значения до 49,7 мг, воздействие никотина вызывало незначительные медицинские последствия [8].

Следовательно, чтобы гарантировать, что токсикологические риски от случайных воздействий столь же низкие, как и от употребления распространенных табачных изделий, максимальный уровень содержания никотина не должен превышать 3%. При этом, необходимо ввести двойную вилку для ограничений по концентрации никотина, которая также будет ограничивать содержание никотина в одной порции (не более 20 мг/изделие).

Следует отметить, что практически все отрицательное воздействие процесса традиционного курения (увеличение риска возникновения рака, инфаркт миокарда и инсульт) вызывается не никотином, а токсическими веществами, образующимися в ходе прямого пиролиза табака. Основное преимущество НСП, по сравнению с сигаретами – отсутствие продуктов пиролиза,

составляющих основную токсичную нагрузку при курении [9]. Следовательно, задача определения риска некурительных продуктов упрощается из-за отсутствия необходимости учитывать биологический эффект компонентов пиролиза [9].

Токсическими веществами, содержание которых необходимо контролировать в некурительной продукции, являются табакоспецифические нитрозамины (TSNA), которые образуются в присутствии нитритов или оксидов азота из никотина и других алкалоидов табака (норникотин, анабазин, анатабин) в процессе нагрева во время трубоогневой или огневой сушки [10].

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) позиционирует TSNA как соединения, отрицательно влияющие на здоровье человека из-за высокой токсичности. N-нитрозонорникотин (NNN) и 4-(метил-нитрозамино)-1-(3-пиридил)-1-бутанон (NNK) вошли в перечень приоритетных токсических компонентов, подлежащих нормированию [11].

В работе лаборатории технологии производства табачных изделий ФГБНУ ВНИИТТИ, для определения TSNA в некурительной продукции, предложена верификация методики CRM No.72 «Determination of tobaccospecific nitrosamines in tobacco and tobacco products by LC-MS/MS» [12].

Результаты сравнительного анализа по определению табачных специфических нитрозаминов в образцах нетабачной никотинсодержащей продукции орального потребления и в дыме контрольных сигарет 3R4F [13] представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты определения табачных специфических нитрозаминов

	Контрольная сигарета 3R4F, мкг/сиг	Нетабачная никотинсодержащая продукция орального потребления, нг/г		
		LYFT Mint Slim	LYFT Ice Cool Slim Strong	LYFT Freeze Slim X-Strong
NNN	0,292	н/о*	н/о*	н/о*
NNK	0,226	н/о*	н/о*	н/о*

* предел обнаружения NNN 1 нг/г; предел обнаружения NNK 0,01 мкг/г

Как видно из результатов, представленных в таблице 2, табачные специфические нитроамины (NNN и NNK) в образцах НСП орального потребления не определены.

Выводы

1. Основным преимуществом инновационного вида никотинсодержащей продукции является отсутствие продуктов пиролиза, составляющих основную токсическую нагрузку при потреблении сигарет.
2. Основным компонентом, обуславливающим токсикологический риск потребления некурительной продукции, является никотин.
3. Нетабачная никотинсодержащая продукция орального потребления

может являться альтернативой табачной продукции для потребителей никотина, при условии ограничения и контроля содержания никотина.

4. Для минимизации токсикологических рисков, максимальный уровень содержания никотина не должен превышать 3%.
5. Токсические вещества, которые необходимо контролировать в нетабачной некурильной никотинсодержащей продукции, являются табачные специфические нитрозамины (TSNA), вошедшие в перечень приоритетных токсических компонентов списка ВОЗ.

Литература

1. <http://updated.psqca.com.pk/oral/> <https://www.sis.se/produkter/jordbruk-0faca7db/tobak-tobaksprodukter-och-tillhorande-utrustning/sists-722020>
2. Digard H. et al. The maximum nicotine concentration in the blood from using a 14.7mg nicotine-containing oral pouch was 13.4ng/ml, comparable to the 12.8ng/ml delivered by the cigarette// *Nicotine Tob. Res.* 2013. V.15(1). P. 255-261.
3. Serban C. Moldoveanu, Wayne A.Scott, Darlene M. Lawson. Nicotine Analyses in several non-tobacco plant materials// *Beitr.zur Tabakforschung.* 2016. Vol.27. Is.2. DOI: 10.1515/cttr-2016-0008
4. Wennmalm Å., Benthin G., Granström E.F., Persson L., Petersson L. and Winell S. Relation between tobacco use and urinary excretion of thromboxane A2 and prostacyclin metabolites in young men // *Circulation.* 1991. V.83. P.1698-1704.
5. Andersson, G., Björnberg, G., and Curvall, M. Oral mucosal changes and nicotine disposition in users of Swedish smokeless tobacco products: a comparative study // *J. Oral Pathol. Med.* 1994. V.23. P.161-167. DOI: 10.1111/j.1600-0714.1994.tb01106.x.
6. Malazia E., Andreucci F., Alfani M., Nicholai P. Acute intoxication with nicotine alkaloids and cannabinoids in children from ingestion of cigarettes // *Human Toxicol.* 1983. V. 2. P.315-316.
7. Wang B, Liu S, Persoskie A (2019). Poisoning exposure cases involving e-cigarettes and e-liquid in the United States, 2010-2018 // *J. Clinical Toxicology.* V.58. P.6. DOI: 10.1080/15563650.2019.1661426.
8. Татарченко И.И. Табак, табачные изделия: технология и контроль качества. Учебное пособие. Краснодар: Просвещение-Юг, 2018. 627 с.
9. Дон Т.А., Миргородская А.Г., Шкидюк М.В., Бедрицкая О.К. Исследование некурильной никотиносодержащей продукции // *Новые технологии.* 2019. Вып. 2(48). С. 46-56. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10205.
10. Дон Т.А., Калашников С.В., Миргородская А.Г. Вопросы идентификации некурильных табачных изделий // *Новые технологии.* 2020. Вып. 2(52). С. 40-49. DOI: 10.24411/2072- 0920-2020-10204.
11. Гнучих Е.В., Шкидюк М.В., Миргородская А.Г., Матюхина Н.Н., Дон Т.А. Современные методы контроля никотиносодержащих продуктов // *Вестник ВГУИТ.* 2019. Т. 81. № 2. С. 101–108. DOI:10.20914/2310-1202-2019-2-101-108.

12. CRM No.72 «DETERMINATION OF TOBACCO-SPECIFIC NITROSAMINES IN TOBACCO AND TOBACCO PRODUCTS BY LC-MS/MS».
13. <http://www.eurasiancommission.org/ru/>

Reference

1. <http://updated.psqca.com.pk/oral/> <https://www.sis.se/produkter/jordbruk-0faca7db/tobak-tobaksprodukter-och-tillhorande-utrustning/sists-722020>
2. Digard H. et al. The maximum nicotine concentration in the blood from using a 14.7mg nicotine-containing oral pouch was 13.4ng/ml, comparable to the 12.8ng/ml delivered by the cigarette// *Nicotine Tob. Res.* 2013. V.15(1). P. 255-261.
3. Serban C. Moldoveanu, Wayne A.Scott, Darlene M. Lawson. Nicotine Analyses in several non-tobacco plant materials// *Beitr.zur Tabakforschung.* 2016. Vol.27. Is.2. DOI: 10.1515/cttr-2016-0008.
4. Wennmalm Å., Benthin G., Granström E.F., Persson L., Petersson L. and Winell S. Relation between tobacco use and urinary excretion of thromboxane A2 and prostacyclin metabolites in young men // *Circulation.* 1991. V.83. P. 1698-1704.
5. Andersson, G., Björnberg, G., and Curvall, M. Oral mucosal changes and nicotine disposition in users of Swedish smokeless tobacco products: a comparative study // *J. Oral Pathol. Med.* 1994. V.23. P.161-167. DOI: 10.1111/j.1600-0714.1994.tb01106.x.
6. Malazia E., Andreucci F., Alfani M., Nicholai P. Acute intoxication with nicotine alkaloids and cannabinoids in children from ingestion of cigarettes // *Human Toxicol.* 1983. V. 2. P.315-316.
7. Wang B, Liu S, Persoskie A (2019). Poisoning exposure cases involving e-cigarettes and e-liquid in the United States, 2010-2018 // *J. Clinical Toxicology.* V.58. P.6. DOI: 10.1080/15563650.2019.1661426.
8. Tatarchenko I.I. Tobacco, tobacco products: technology and quality control. Tutorial. Krasnodar: Education-South, 2018.627 p.
9. Don T.A., Mirgorodskaya A.G., Shkidyuk M.V., Bedritskaya O.K. Research of non-smoking nicotine-containing products // *New technologies.* 2019. Issue. 2 (48). P. 46-56. DOI: 10.24411 / 2072-0920-2019-10205.
10. Don T.A., Kalashnikov S.V., Mirgorodskaya A.G. Questions of identification of smokeless tobacco products // *New technologies.* 2020. Issue. 2 (52). P. 40-49. DOI: 10.24411 / 2072-0920-2020-10204.
11. Gnuchikh E.V., Shkidyuk M.V., Mirgorodskaya A.G., Matyukhina N.N., Don T.A. Modern methods of control of nicotine-containing products // *Vestnik VSUIT.* 2019. Vol. 81.No. 2.P. 101–108. DOI: 10.20914 / 2310-1202-2019-2-101-108.
12. CRM No.72 «DETERMINATION OF TOBACCO-SPECIFIC NITROSAMINES IN TOBACCO AND TOBACCO PRODUCTS BY LC-MS/MS».
13. <http://www.eurasiancommission.org/ru/>

ТАБАК И ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ТАБАКА LEAF TOBACCO AND PROCESSING

DOI: 10.48113/496_2020_101_119

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНОМОВ УСТОЙЧИВОСТИ ДИКИХ ВИДОВ РОДА NICOTIANA В СЕЛЕКЦИИ ТАБАКА

Иваницкий К.И., канд. с.-х. наук

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий», Российская Федерация, г. Краснодар

Аннотация. Практические результаты подтвердили возможность интрогрессии генетических систем устойчивости от видов рода *Nicotiana* в геном *N. tabacum* и привели к созданию новых генотипов, сочетающих комплекс хозяйственно-полезных признаков с генетическими системами устойчивости к 2-6 болезням. Для передачи устойчивости целесообразно использовать новые комплексно устойчивые сорта табака, полученные от разных диких видов – Крупнолистные 9, 17, 20,21, 22, 23. Сорта табака используются в селекционных программах как доноры комплексной устойчивости к болезням.

В качестве исходного материала, обладающего устойчивостью к основным болезням табака, выделены сорта: Трапезонд 92; 182; 204, Юбилейный новый 142, Самсун 85, Берлей Краснодарский, Вирджиния 202, Остролист 316, Крупнолиственный 9. Все сорта совмещают в одном генотипе комплекс хозяйственно-полезных признаков с высоким уровнем устойчивости к болезням.

Ключевые слова. Табак, селекция, сорта, виды *Nicotiana*, устойчивость к болезням.

USE OF RESISTANCE GENOMES OF WILD SPECIES OF THE GENUS NICOTIANA IN TOBACCO BREEDING

Ivanitsky K.I., candidate of agricultural Sciences

FSBSI «All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products», Russian Federation, Krasnodar

Abstract. Practical results confirmed the possibility of introgression of genetic resistance systems from species of the genus *Nicotiana* into the genome of *N. tabacum* and led to the creation of new genotypes combining a complex of economically useful traits with genetic systems of resistance to 2-6 diseases. To transfer resistance, it is advisable to use new complex resistant varieties of tobacco obtained from different wild species - Large-leaved 9, 17, 20,21, 22, 23. Tobacco varieties are used in breeding programs as donors of complex disease resistance.

The following varieties stand out as the starting material with resistance to the main diseases of tobacco: Trapezond 92; 182; 204, Jubilee new 142, Samsun 85, Burley Krasnodar, Virginia 202, Holly 316, Large-leaved 9. All varieties combine in one genotype a complex of economically useful traits with a high level of disease resistance.

Keyword. Tobacco, breeding, varieties, *Nicotiana* species, disease resistance.

Задача селекционных работ по табаку состоит в том, чтобы в короткий срок создавать новые сорта, отвечающие требованиям отечественного табаководства. Для осуществления этих задач выделены селекционные направления, отражающие последовательность работ по созданию новых сортов табака (рисунок 1).

1 ЭТАП. Отбор и создание исходного материала селекции.

Дикие виды рода *Nicotiana*

Сортовые популяции	Селекционные	
	Местные	
Гибридные комбинации	Инорайонные	
	Внутривидовые	
Получение популяции	Межвидовые	
	Мутантные формы	
	Полиплоидные формы	

2 ЭТАП. Оценка, отбор.

Первое поколение	Оценка селекционного материала и отбор лучших для размножения
	Размножение и создание популяций следующего поколения
Второе поколение	Оценка растений гибридных комбинаций F ₂ и отбор лучших для размножения
	Размножение и создание популяций следующего поколения
Третье поколение	Оценка растений созданных популяций и выделение лучших для размножения
	Размножение и создание популяций следующего поколения

Рисунок 1. Этапы селекционного процесса по табаку

В настоящее время интересы селекционных работ развиваются в направлении:

- Поддержания *in vivo* зародышевой плазмы генофонда мировой коллекции рода *Никоциана* и выделение сортов-доноров селекционно-важных признаков.
- Определения закономерностей устойчивости к основным болезням на основе изучения механизмов защитных реакций в системе паразит-хозяин.

- Создания исходного материала и сортов с высоким уровнем устойчивости к болезням.
- Оценки селекционного материала в системе генотип-среда и создания исходного материала с высокой экологической пластичностью.
- Использования методов и принципов комбинационной способности в синтетической селекции.
- Использования форм с цитоплазматической мужской стерильностью для получения высоко гетерозисных гибридов.
- Получения и поддержания константности линейного материала новых и районированных сортов.

Использование селекционно-генетических методов и закономерностей, а также наличие уникального генофонда коллекции рода Никоциана и обширного селекционного материала, позволило перейти к дальнейшему получению нового конкурентоспособного исходного материала.

Борьба с болезнями и вредителями табака является основной составляющей комплексной системы интенсивного выращивания табака. В этом аспекте большое значение имеет использование устойчивых сортов. От новых сортов табака требуется устойчивость не к одной болезни, а к целому комплексу патогенов.

Основными болезнями табака в России являются: пероноспороз, вирус табачной мозаики, вирус огуречной мозаики, некротический штамм у- вирус картофеля, белая пестрица, бактериальная рябуха, настоящая мучнистая роса, монгарь, черная и рассадная гнили.

В работах на устойчивость к болезням опираются на теорию Н.И. Вавилова о центрах происхождения культурных растений и законах генотипического иммунитета [1,2]. Н.И. Вавилов указывал, что иммунные формы растений чаще возникают в центрах происхождения, где, как подчеркивает П.М. Жуковский [3,4,5], происходит сопряженная эволюция растения – хозяина и паразита.

Он показал, что на общей родине паразита и растения-хозяина встречается наибольшее разнообразие отличающихся по устойчивости форм растений. Выживают в этих условиях виды, отличающиеся генотипической устойчивостью, или виды, занявшие ареалы с неблагоприятными для развития патогенов экологическими условиями.

Возникающие эпифитотии приводят к появлению видов с более высоким уровнем устойчивости к патогенам.

Поэтому, реальную возможность создания новых форм, иммунных к болезням, Н.И. Вавилов видел на пути к межвидовой и межродовой гибридизации.

Межвидовая гибридизация, как метод селекции табака и способ создания принципиально новых хозяйственно-ценных форм, имеет большое значение в селекции на устойчивость к патогенам.

В качестве источников устойчивости к патогенам, контролируемой R-ге-

нами (олигогенами), в селекции табака широко используется генетический потенциал диких видов рода *Nicotiana*. Род *Nicotiana* отличается большим полиморфизмом. Виды различаются по морфобиологическим и генетическим особенностям.

Центр происхождения рода *Nicotiana* – Южная Америка [6]. Из 65 известных видов [6,7] 36 произрастают в Южной Америке, из них 18 – в Аргентине, 12 – в Перу, несколько видов – в Чили, Боливии, Уругвае, Парагвае, Эквадоре и на юго-востоке Бразилии. В Северной Америке, включая Мексику, встречаются 9 видов. В Австралии и на южных островах Тихого океана произрастает 20 видов. Число хромосом у представителей рода *Nicotiana* колеблется в соматических клетках от 24 до 48, причем южноамериканские виды ($2n=18,20$) возникли от 24-хромосомных путем редукции хромосом, австралийские виды с 32-хромосомами представляют продукт редукции хромосом у видов с $2n=48$. По Гудспиду [6] и Костову [8], 6-парное ($n=6$) число хромосом предков дало начало эволюционной последовательности 6, 12, 24- парным уровнем хромосомных чисел, при этом основным механизмом увеличения ploидности является амфиплоидия.

Принимая гипотезу Вегенера [9], Грабовецкая [10] считает, что предки рода *Nicotiana* занимали некогда один ареал на суперконтиненте Гондвана, но в процессе расхождения материков разобшились по континентам Америки и Австралии и на островах между этими материками. Австралийские виды происходят от двух общих предков с числом хромосом $2n=24$ [6], т.е. до разделения материков уже существовал уровень ploидности $2n=24$. Ныне существующие виды представляют новый эволюционный этап рода *Nicotiana* и в настоящее время 24-парные виды занимают высшее филогенетическое положение, в том числе культивируемые виды *N. tabacum* и *N. rustica*.

Развитие эпифитотий различных болезней и отсутствие доноров устойчивости среди *N. tabacum* заставила обратиться к генофонду рода *Nicotiana* - основному источнику генов устойчивости в интрогрессивной селекции (табл. 1).

Таблица 1. Устойчивость основных видов рода *Nicotiana* к болезням

Табачная мозаика	<i>N. benavidesii</i> , <i>N. glauca</i> , <i>N. glutinosa</i>
Огуречная мозаика	<i>N. tomentosa</i> , <i>N. tomentosiformis</i> , <i>N. otophora</i> , <i>N. setchellii</i>
Белая пестрица	<i>N. solanifolia</i> , <i>N. glauca</i> , <i>N. tomentosa</i> , <i>N. otophora</i> , <i>N. setchellii</i> , <i>N. undulata</i> , <i>N. wigandioides</i> , <i>N. alata</i> , <i>N. sandere</i>
Вирус бронзовости томатов	<i>N. glauca</i> , <i>N. trigonophylla</i> , <i>N. langsdorffii</i> , <i>N. debneyi</i>
Бактериальная рябуха	<i>N. longiflora</i> , <i>N. plumbaginifolia</i>
Черная корневая гниль	<i>N. paniculata</i> , <i>N. alata</i> , <i>N. sanderae</i> , <i>N. plumbaginifolia</i> , <i>N. bigelovii</i> , <i>N. suaveolens</i> , <i>N. megalosiphon</i> , <i>N. exigua</i> , <i>N. goodspeedii</i> , <i>N. debneyi</i>
Мучнистая роса	<i>N. solanifolia</i> , <i>N. otophora</i> , <i>N. setchellii</i> , <i>N. sylvestris</i> , <i>N. glutinosa</i> , <i>N. glauca</i> , <i>N. wigandioides</i> , <i>N. trigonophylla</i> , <i>N. alata</i> , <i>N. sandere</i> , <i>N. longiflora</i> , <i>N. plumbaginifolia</i> , <i>N. acuminata</i> , <i>N. suaveolens</i> , <i>N. excelsior</i> , <i>N. megalosiphon</i> , <i>N. exigua</i> , <i>N. goodspeedii</i> , <i>N. occidentalis</i> , <i>N. debneyi</i>
Пероноспороз	<i>N. goodspeedii</i> , <i>N. ingulba</i> , <i>N. occidentalis</i> , <i>N. debneyi</i> , <i>N. rosulata</i>

Виды рода *Nicotiana* имеют устойчивость практически ко всем известным болезням табачного растения. В таблице 1 показаны источники устойчивости, которые использовались в селекционных программах. Приведенные сведения о наследственности устойчивости к болезням (табл. 2) говорят о том, что иммунитет при межвидовой гибридизации доминирует над восприимчивостью. Выносливость и устойчивость характеризуется промежуточным поведением в первом поколении или рецессивностью. Они же в последующих поколениях характеризуются сложным наследованием, в отличие от иммунитета, который дает моногибридный тип наследования. Показанные в таблице 2 источники устойчивости использовались в долговременных селекционных программах.

Таблица 2. Сводка результатов изучения наследования устойчивости к болезням

Болезнь	Исходный материал	Тип устойчивости	Устойчивость в F ₁	Характер расщепления
Вирус табачной мозаики	<i>N. glutinosa</i> <i>N. tomentosa</i> <i>N. otophora</i>	иммунитет устойчивость устойчивость	доминант рецессив рецессив	моногибридный полигибридный полигибридный
Огуречная мозаика	4 вида секции <i>Tomentosae</i>	устойчивость	рецессив	полигибридный
Белая пестрица	4е вида секции <i>Tomentosae</i> <i>N. glauca</i>	устойчивость устойчивость	рецессив рецессив	полигибридный полигибридный
Верхушечный хлороз	<i>N. longiflora</i>	иммунитет	промежуточная	неизвестен
Бактериальная рябуха	<i>N. longiflora</i>	иммунитет	доминант	моногибридный
Мучнистая роса	<i>N. glutinosa</i> <i>N. tomentosiformis</i> , <i>N. debneyi</i>	иммунитет иммунитет иммунитет	доминант доминант доминант	моногибридный моногибридный моногибридный
Пероноспороз	<i>N. debneyi</i>	устойчивость	доминант	полигибридный
Черная корневая гниль	<i>N. debneyi</i>	иммунитет	рецессив	дигибридный
Фитофтороз	<i>N. longiflora</i> <i>N. plumbaginifolia</i>	иммунитет иммунитет	доминант доминант	моногибридный моногибридный

Практические результаты межвидовой гибридизации в роде *Nicotiana*, подтвердили возможность интрогрессии генетических систем устойчивости от диких видов в геном *N. tabacum* и привели к созданию новых генотипов, сочетающих комплекс хозяйственно-полезных признаков с генетическими системами комплексной устойчивости к болезням: к бактериальной рябухе – от *N. longiflora* [11], к фитофторе – от *N. plumbaginifolia* [12, 13], к пероноспорозу – от *N. debneyi* [14,15,16,17,18], *N. goodspeedii* [19], *N. exigua* [20], *N. megalosiphon* [21, 22, 23], немотеде от *N. repanda* [24], к табачной мозаике и мучнистой росе – от *N. glutinosa* [16].

По существующим воззрениям, культурный табак представляет собой спонтанный амфидиплоид от скрещивания *N. sylvestris* и одного из видов секции *Tomentosae*, что неоднократно подтверждено экспериментально [8, 25].

Методами межвидовой гибридизации получены гибриды, характеризующиеся широким размахом наследственной изменчивости, расщеплением по

морфобиологическим признакам и свойствам, появлением новообразований. Интересы селекционных работ были направлены на отбор в расщепляющихся поколениях сверхмощных форм, получаемых в скрещиваниях амфидиплоида (синтетического табака - синта) с табаком.

Под названием синта подразумеваются следующие амфидиплоиды: Синта 1 = *N. sylvestris* x *N. tomentosa*; Синта 2 = *N. sylvestris* x *N. tomentosiformis*; Синта 3 = *N. sylvestris* x *N. otophora*; Синта 4 = *N. sylvestris* x *N. setchellii*.

В результате гибридизации этих амфидиплоидов получены стабильные формы или плодовые триплексы, отличающиеся во втором и последующих поколениях расщеплением с доминированием признаков диких видов.

Дальнейшая оценка обширного гибридного материала на основе триплексов позволила получить сорта табака от межвидовых гибридов на основе форм Синта 2 с высокой комбинационной способностью. Устойчивость к болезням передавали от амфидиплоида при скрещивании с восприимчивыми сортами при направленном отборе на инфекционных фонах.

Новый исходный материал обладал комплексной устойчивостью к 4-6 основным болезням, высокой урожайностью и другими хозяйственно-ценными признаками. В настоящее время для передачи устойчивости используются новые сорта, обладающие максимальной концентрацией генов устойчивости от разных диких видов – Крупнолистные 9, 17, 20, 21, 22, 23, Устойчивый 5, Им-мунный 580м и другие константные по устойчивости к табачной мозаике, мучнистой росе, пероноспорозу, бактериальной рябухе, белой пестрице и черной корневой гнили.

Созданные сорта табака используются в селекционных программах как доноры комплексной устойчивости к болезням.

Использование метода межвидовой гибридизации при скрещивании культурного табака с видами секции *Tomentosae* – *N. setchellii*, *N. otophora* и секции *Suaveolentes* – *N. debneyi*, *N. rosulata*, *N. amplexicaulis* позволило получить амфидиплоиды, а из них путем насыщения сортами табака создать перспективные линии гибридов в качестве исходного материала в селекции табака.

Значительным препятствием при выведении сортов методом отдаленной гибридизации является несовместимость. В зависимости от отдаленности видов она проявляется на различных этапах и по-разному.

Наиболее раннее проявление несовместимости наблюдается при подавлении и замедлении прорастания пыльцы на рыльце пестика. Более позднее проявление несовместимости выражается в замедлении темпов роста и развитии гибридных семян, которое сопровождается гибелью зародышей, семян и проростков. В результате при отдаленных скрещиваниях семена часто совсем не образуются или завязываются в небольших количествах.

Для преодоления барьеров несовместимости используют ауто-амфидиплоидию, воздействуют стимулирующими веществами, но эти методы не всегда обеспечивают получение межвидовых гибридов. С этой целью в институте был использован метод изолированной культуры ткани.

Изучение мирового опыта, знание специфики табачного растения позволило решить ряд проблем:

Применение метода культуры изолированной ткани для преодоления несовместимости на разных этапах формирования семян, начиная с оплодотворения семязачек на искусственной агаризированной среде и кончая массовым получением отдаленных гибридов из проростков, погибающих на более поздних этапах развития.

1. Создание растений (дигаплоидов) из пыльцы гибридов первого и последующих поколений для получения константных линий и форм и сокращения селекционных процессов.
2. Выращивание в стерильных условиях эмбрионов для получения трех генераций в один год.

Разрешение проблемы выращивания растительных тканей, клеток, оплодотворенных семязачек, неполноценных гибридных зародышей и индуцирование гаплоидов из пыльников открыло большие возможности перед селекционерами.

В изолированной культуре могут выращиваться не только ткани сортов и видов табака, но и ткани гибридных растений. Возможность индуцирования каллусной ткани стеблевых почек позволила использовать этот метод при отдаленной гибридизации для получения исходного устойчивого материала.

Основные этапы работы отражены в рисунках 2, 3.

Сочетанием биотехнологических и традиционных методов гибридизации созданы амфидиплоиды и их беккросспотомства с участием диких видов секции *Suaveolentes*. Эти гибриды представляют практическую ценность для создания качественно новых генотипов, устойчивых к болезням.

Современная теория иммунитета предполагает целесообразное сочетание в сорте различных типов устойчивости, которые контролируются большими генами (олигогенами) и малыми генами (полигенами) устойчивости. Усиленное образование новых агрессивных рас и штаммов патогенов, поражающие иммунные сорта, заставило перейти селекционеров на полевую устойчивость, которая является интегрированным ответом растения-хозяина на инфицированное давление патогенна.

Селекционеру необходимо в каждом случае определять оптимальное соотношение специфической и неспецифической устойчивости в сорте. Первая обуславливает устойчивость сорта к отдельным расам патогена или их комплексу. Проявляется она обычно в типе реакции на инфицирование возбудителем и связана с реакцией сверхчувствительности, при которой патоген блокируется в некротической ткани и погибает вскоре после внедрения в ткани растения.

Специфическая или вертикальная устойчивость не предотвращает поражения сорта новыми агрессивными расами патогена. Наследуется она преимущественно моногенно, доминантно.

Другой тип устойчивости - неспецифический, полевой, обуславливает защиту растений от различных по агрессивности рас патогена. Наследуется полигенно и контролируется рецессивными генами.

Выделить сортообразцы с полевой устойчивостью можно и на естественных инфекционных фонах в течение ряда лет. Основной особенностью сортов с полевой устойчивостью является способность растений заражаться только при сильном инфекционном давлении и в поздние сроки.

1 ЭТАП



Рисунок 2. Этап 1

После развития патогена на растениях с полевой устойчивостью нередко проявляется ослабление способности к прорастанию спор, сохранению их жизнедеятельности к инфицированию растений. В силу этих особенностей сорта с полевой устойчивостью не являются источником массового накопления патогена в природе и массового рассеивания его инфекционного начала.

2 ЭТАП

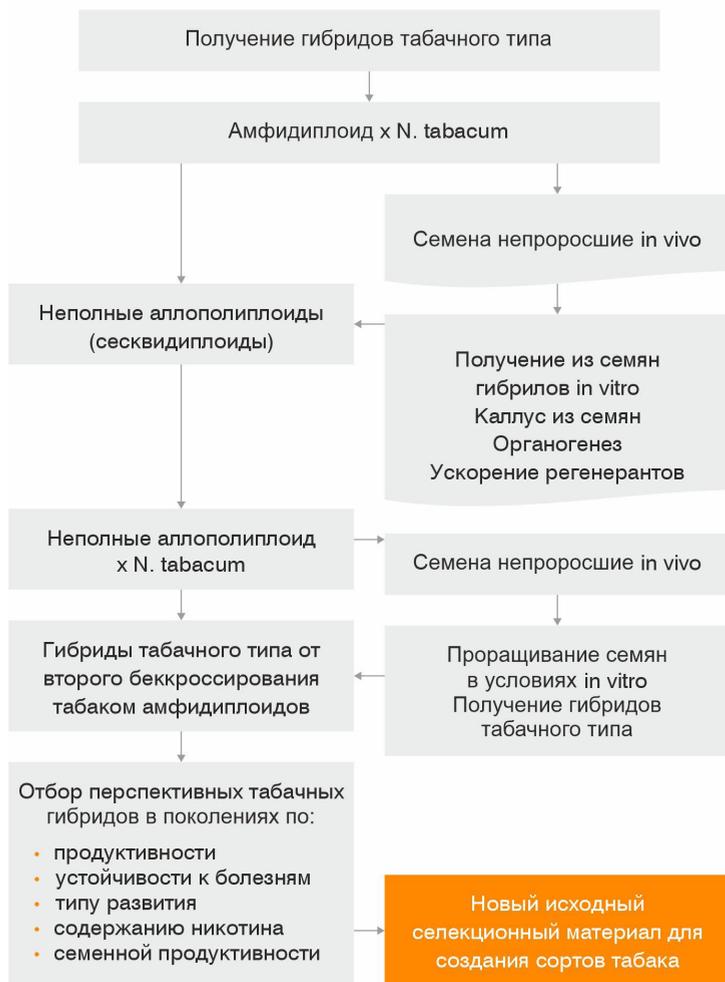


Рисунок 2. Этап 2

В настоящее время от новых сортов табака требуется комплексная устойчивость к патогенам, которая бы соединяла в специфические и неспецифические факторы устойчивости, не только комплексу патогенов, а даже к одной болезни. Это, например, наблюдается в отношении пероноспороза табака.

Пероноспороз табака или ложная мучнистая роса, возбудителем которой является гриб *Peronospora tabacina* Adam, появился на территории России в начале 1960 г. У табака, несмотря на его полиморфизм, не обнаружено высокой устойчивости, а выявлена лишь различная степень восприимчивости.

Устойчивость к пероноспорозу была передана табаку от дикого вида *N. debneyi* Варком (Австралия) и Клейтоном (США). Используя зарубежные сорта в качестве исходного материала, отечественные селекционеры создали высокоустойчивые к пероноспорозу сорта Иммунный 580, Остролист 1519, Самсун 155 и др.

Устойчивость, переданная от *N. debneyi*, имеет полигенный характер, в основе которой находится доминантный ген подавления споруляции гриба с системой малых генов.

После внедрения сортов, устойчивых к пероноспорозу, было отмечено поражение пероноспорозом и этих сортов из-за появления второй расы *P. tabacina* (РТ2).

Ретроспективный анализ взаимообусловленных изменений в системе патоген-хозяин за 46-летний период, представленный в таблице 3, показывает положительную тенденцию микроэволюционного процесса в природных популяциях *P. tabacina*, где опять доминирует менее агрессивная раса РТ-1.

С 1963 по 1966 гг. устойчивые сорта табака не поражались пероноспорозом при сильном заболевании сортов, не имеющие R-гена от *N. debneyi*. В 1967 г. уже было отмечено сильное поражение некоторых устойчивых сортов (до 3 баллов). Максимальное усиление вирулентности патогена по отношению к сортам с R-генами от диких видов, в частности от *N. debneyi*, отмечено с 1970 по 1972 гг.

С 1974 по 1977 гг. проявилась умеренная агрессивности патогена к устойчивым сортам. С 1982 по 2005 гг. отмечено значительное снижение агрессивности природных популяций *P. tabacina*, в которых стала опять, как и вначале доминировать первая раса (РТ1).

Это показывает, что целенаправленные отборы на естественном фоне сортов с полевой устойчивостью исключили сильновирulentные линии возбудителя *P. tabacina* и одновременно усилили полевую (полигенную) устойчивость сортов табака. Сорта с R-генами от *N. debneyi* и малыми генами обеспечивают хозяйственный уровень защиты урожая.

Анализ многолетних данных показывает, что сорта с R-геном к РТ1 (Пероноспора табачина 1 раса) и с полигенной устойчивостью к РТ2 (Пероноспора табачина 2 раса) создают высокую полевую устойчивость к пероноспорозу и обеспечивают необходимую защиту урожая от болезней.

Высокий уровень полевой устойчивости к пероноспорозу обеспечивают следующие сорта: Иммунный 580, Трапезонд 3072, Остролист 1519, Самсун 155, Берлей 21, Вирджиния 202, Юбилейный 8, Остролист 215, Крупнолистный 21, Самсун 36, Трапезонд 15, Трапезонд 219 и др.

Таблица 3. Микроэволюционные изменения уровней агрессивности природных популяций *Peronospora tabacina* и полевой устойчивости сортов табака

Годы	Максимальное развитие пероноспороза, месяц	Реакция сортов в баллах		Раса РТА	Тип устойчивости
		Р-генами	без Р-генов		
Краснодарский край, г. Краснодар					
1963-1966	Май-июнь, парник-поле	0-1	3-5	РТ1	Абсолютная устойчивость, некроз
1967-1982	Май-июль, парник-поле	0-5	3-5	РТ1 РТ2	Абсолютная устойчивость, некроз, некроз со споруляцией
1983-2001	Август-сентябрь, поле	0-1	0-5	РТ1	-"
2002	Июль-август, поле	0-1	0-5	РТ1	-"
2003	Август-сентябрь, поле	0-1	0-5	РТ1	-"
2004	Июнь-июль, поле	0	0-2	РТ1	-"
2005-2006	Сентябрь-октябрь, поле	0	0-2	РТ1	-"
2007	Сентябрь-октябрь, поле	0	0-1	РТ1	-"
2008	Сентябрь-октябрь, поле	0	0-5	РТ1	-"
2009	Август, поле	0	0-5	РТ1	-"
2010	Июль, поле	0	0-1	РТ1	-"
Брянская область, г. Погары					
2006	Сентябрь, поле	0	3-5	РТ1	-"
2007	Сентябрь-октябрь, поле	0	0-1	РТ1	-"
2008	Сентябрь-октябрь, поле	0	0-5	РТ1	-"
2009	Август, поле	0	0-5	РТ1	-"
2010	Сентябрь, поле	0	0	-	-
2011	Август, поле	0	0-1	РТ1	-"

В Краснодарском крае широко распространена обыкновенная табачная мозаика (ВТМ).

Основным типом устойчивости, который используется в селекции, является некроз с полной локализацией ВТМ, появляющийся в результате реакции сверхчувствительности. R-ген сверхчувствительности передан в геном табака от *N. glutinosa*. Наследуется он доминантно. Следует отметить, что R-ген сверхчувствительности уже более 50 лет не преодолевается агрессивными штаммами ВТМ и обеспечивает иммунитет сортам табака.

Имеется большой набор исходного материала с иммунитетом к ВТМ: Иммунный 580, Трапезонд 3072, Трапезонд 44-07, Самсун 155, Самсун 36, Талгарский 25, Победа, Крупнолистный 21, Трапезонд 362 и др.

Наибольшую угрозу для табака представляет некротический штамм УВК, Y – вирус картофеля (УВК), вызывающий покоричневение жилок листа с последующим его отмиранием. Многолетняя фитооценка селекционного материала в условиях поля показала, что большое количество сортов обладает

высокой полевой устойчивостью к УВК. Диапазон реакции сортов к некротическому штамму показывает наличие нескольких типов устойчивости, в частности, толерантность, устойчивость с микронекрозами и отсутствие симптомов поражения.

Селекционный отбор на естественном инфекционном фоне позволил создать ряд сортов табака с высокой устойчивостью к некротическому штамму УВК: Юбилейный 142, Трапезонд 15, Трапезонд Кубанец, Самсун 85, Вирджиния 202 и др.

Из бактериальных болезней в России широко распространена бактериальная рябуха, которая проявляется при влажных погодных условиях, поражая в большей степени желтолистные формы табака в особенности сорта сортотипа Берлей. Большинство болезнетворных бактерий проникает в растение-хозяина только через устьица или поврежденные участки тканей.

Количество, размер и морфология устьиц, генетически контролируемые признаки, могут влиять на восприимчивость генотипов к бактериальному заражению. Полевая устойчивость сортов табака к бактериальной рябухе способна защитить урожай. Оценка сортов табака мировой коллекции показала высокий потенциал устойчивости к рябухе.

Основные типы устойчивости к бактериальной рябухе следующие: морфо-физиологическая резистентность, сверхчувствительность, толерантность.

Одним из серьезных инфекционных заболеваний табака в условиях парника является черная корневая гниль (ЧКГ). На основе многолетних испытаний на устойчивость к ЧКГ выделены следующие резистентные типы: уход от болезни за счет быстрого темпа роста рассады, сверхчувствительность, толерантность. Первый тип устойчивости выражается в том, что в фазе рассады растения растут быстрее, чем развивается болезнь. Выносливость (толерантность) проявляется обычно в активном противодействии развитию гриба в тканях корней. Сорта табака, в генотип которых внедрен R-ген от дикого вида *N. debney*, имеют высокую устойчивость к слабосредневирулентным расам или экотипам гриба. Такой тип устойчивости может не иметь симптомов поражения или на корнях могут быть отмечены некрозы как результат реакции сверхчувствительности.

В условиях парника селекционерами постоянно ведется направленный отбор по темпу роста рассады, проценту гибели растений и по реакции корней на поражение ЧКГ линий и форм табака.

Выделен большой набор устойчивого к ЧКГ исходного селекционного материала, включающего сорта с R-геном от *N. debney* (Иммунный 580, Трапезонд 3072, Юбилейный 142, Остролист 215 и др.).

Для поддержания стабильного уровня устойчивости к ЧКГ у сортов табака требуется постоянный отбор устойчивых форм на умеренном инфекционном фоне, который позволяет избегать потерю малых генов полевой устойчивости.

Настоящая мучнистая роса проявляется на табаке осенью и практически не наносит ущерба в Краснодарском крае. У межвидовых гибридов устойчивость, переданная от *N. glutinosa*, доминантна и моногенна.

Таким образом, устойчивость к патогенам является необходимым условием для создания сортов табака с эффективной защитой урожая от болезней.

Полевая устойчивость как интегрированный ответ растения на заражение значительно расширяет комплексную устойчивость к набору рас и штаммов патогенов. Оптимальное сочетание в сорте табака олигогенных и полигенных систем, отвечающих за специфические и неспецифические факторы устойчивости к болезням, обеспечивает сохранение урожая и позволяет получить сырье необходимого качества. Для поддержания стабильного уровня полевой (полигенной) устойчивости необходим многократный отбор форм табака на умеренном инфекционном фоне, что позволяет избежать рассеивания малых генов неспецифической устойчивости.

Таблица 4. Уровень комплексной устойчивости к болезням районированных перспективных сортов табака (ВНИИТГИ, естественный фон 2015-2019 гг.)

Сорт	Устойчивых растений, %				
	табачная мозаика	рябуха	У-вирус картофеля	пестрица	пероноспороз
Трапезонд 92	100	95	100	90	100
Трапезонд 182	95	100	80	100	95
Остролист 316	90	100	90	85	100
Остролист 46	95	90	95	90	100
Трапезонд Кубанец	90	90	100	95	100
Трапезонд 204	100	95	90	91	100
Трапезонд 162	100	95	100	95	100
Самсун 85	93	100	90	95	100
Крупнолистный 9	100	98	100	95	100
Остролист 215	95	92	100	95	100
Юбилейный 142	85	95	100	90	100
Вирджиния 202	85	95	90	95	100
Берлей Краснодарский	85	83	90	90	100

Многолетняя оценка в полевых условиях сортов табака показала, что большая часть сортов обладает высоким уровнем устойчивости к основным болезням (таблица 4).

Таким образом, в результате многолетних оценок и отборов в качестве исходного материала, обладающего устойчивостью к основным болезням табака, выделились сорта: Трапезонд 92, Трапезонд 182, Трапезонд 204, Юбилейный новый 142, Самсун 85, Берлей Краснодарский, Вирджиния 202, Остролист 316, Крупнолистный 9. Все сорта совмещают в одном генотипе комплекс хозяйственно-полезных признаков с высоким уровнем устойчивости к болезням.



Трапезонд 92: урожайность 35-37 ц/га; сближенный период созревания листьев, скороспелый; количество листьев 28-30 шт.; длина листа 40-43 см, ширина 22-24 см. Содержание никотина 1,5%



Трапезонд 182: урожайность 34-36 ц/га; сближенный период созревания листьев; позднеспелый; количество листьев 30-32 шт.; длина листа 43-47 см, ширина 26-28 см; выход сырья первого товарного сорта 85-90%. Содержание никотина 1,8%



Самсун 85: урожайность 24-28 ц/га; среднеспелый, интенсивного типа созревания; количество листьев 50-55 шт.; длина листа 29-30 см, ширина 15-18 см; выход сырья первого товарного сорта до 95%. Содержание никотина 2,1%



Берлей Краснодарский: урожайность 21-24 ц/га; сорт среднеспелый, интенсивного типа созревания листьев; количество листьев 27-30 9 шт.; длина листа 50-55 см, ширина 20-25 см; выход сырья первого товарного сорта 85-90%. Сорт засухоустойчив



Вирджиния 202: урожайность 23-26 ц/га; сорт средне-позднеспелый, интенсивного типа созревания листьев; количество листьев 27-30 шт.; длина листа 40-45 см, ширина 23-27 см; выход сырья первого товарного сорта 85-90%



Остролист 316: урожайность 32-34 ц/га; сорт средне-позднеспелый, количество листьев на растении 30-33, длина листа среднего яруса 28-30 см, ширина 20-23 см, выход сырья первого товарного сорта 90%



Крупнолистный 9: Среднеспелый желтолистный сорт, получен на основе межвидовой гибридизации. Урожайность до 30 ц/га. Выход сырья первого товарного сорта до 85 %. Сорт комплексно устойчив к основным болезням

Литература

1. Вавилов Н.И. Центры происхождения культурных растений. Избр. произв. Т. 1. Л.: Наука, 1967.
2. Вавилов Н.И. Законы естественного иммунитета растений к инфекционным заболеваниям. Избр. произв. Т. 2. Л.: Наука, 1967. С. 362.
3. Жуковский П.М. Взаимоотношения между хозяином и грибным паразитом на их родине и вне ее // Вестник сельскохозяйственной науки. 1959. № 6. С.25.
4. Жуковский П.М. Селекция на устойчивость сортов культурных растений к болезням // Вестник сельскохозяйственной науки. 1960. № 12. С.23.
5. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи. М.: Колос, 1971.
6. Goodspeed T.H. The genus *Nicotiana*. U.S.A., Waltham, Mass, 1954.

7. Burbidge N.T. The Australian species of *Nicotiana* L. (Solonacae) // Austral. J. Bot. 1960. V.8, № 3. 342 с.
8. Костов Д. Цитогенетика на рода *Nicotiana*. София, 1943. 1011 с.
9. Wegener A. The origin of continents and oceans. London, Methuen, 1924.
10. Грабовецкая А.Н. К познанию рода *Nicotiana*. //Труды по прикладн. ботанике, генетике и селекции. 1937. Сер. 1, № 2. 134 с.
11. Clayton E.E. A wildfire resistant tobacco //J. Heredity. 1947. 38p.
12. Chaplin J.F. Transfer of black shank resistance from *Nicotiana plumbaginifolia* to flue-cured *N. tobacco* // *Tabacco Sci.* 1962. 6.
13. Chaplin J. F., Burk L.G. Interspecific hybridization and gene transfer in *Nicotiana*: Problems and possible solutions // 5-th Inter. national Tobacco Sci. Congress. Hamburg, 1970.
14. Байлов Д., Палакарчева М., Даскалов С. Изследование въерху някои хибриди между *Nicotiana tabacum* и *N. debneyi* и един спонтанен амфидиплоид // Изв. на ин-та по растениев. София, 1963. 27 с.
15. Байлов Д., Палакарчева М., Даскалов С. Нови амфидиплоид *N. tabacum* x *N. Debney* // Растениевъдни науки. 1964. 1. № 7.
16. Терновский М. Ф. Отдаленная гибридизация в создании новых сортов и гибридов табака // Табак. 1964. № 2.
17. Clayton E.E., Graham T.W., Todd F.A., Gaines S.G., Clark F.F. Resistance to the Root knot Disease of *Tabacco* // *Tabacco Sci.* 1958. V. 2.
18. Clayton E.E. The genetics and breeding progress in tobacco during the last 50 years // *Agron.J.* 1958.
19. Палакарчева М. Резултати от хибридизация между видовете *N. megalosiphon* и *N. Tabacum* // Генетика и селекция НРБ. 1976. Т. 9. № 4.
20. Манолов А. Переносите на устойчивост към от *N. exigua* на ориенталски тютюн // Бълг. тютюн. 1980. Т.25. 10.
21. Манолов А., Лещева Д., Балджиева Е. Използуване на междувидовата хибридизация при тютюна за създаване на изходен материал, устойчив на болести // Докл. 1-а Нац. симп. имунных растений болести. Варна, 1978. София, 1978.
22. Clayton E.E. Male sterile tobacco // J. Heredity. 1950. V. 41. P. 171-175.
23. Burk L.G., Dropkin V.H. Response of *Nicotiana repanda*, *N. sylvestris* and their amphidiploids hybrid to rootknot nematodes // *Plant Diseases Reprtr.* 1961. V. 45. P. 734-735.
24. Костов Д. Происхождение культивируемого табака // Бюл. эксперим. биол. и медицины. 1936. Т. I, вып. 6.

References

1. Vavilov N.I. Centers of origin of cultivated plants. Elected. proc. T. 1. L.: Nauka, 1967.
2. Vavilov N.I. Laws of natural immunity of plants to infectious diseases. Elected. proc. T. 2. L.: Nauka, 1967. P. 362.

3. Zhukovsky P.M. The Relationship between the host and the fungal parasite in their homeland and beyond // Bulletin of Agricultural Science. 1959. No. 6. P. 25.
4. Zhukovsky P. M. Selection for resistance of cultivars to diseases // Bulletin of Agricultural Science. 1960. No. 12. P. 23.
5. Zhukovsky P. M. Cultural plants and their relatives. M.: Kolos, 1971.
6. Goodspeed T.H. The genus *Nicotiana*. U. S. A., Waltham, Mass, 1954.
7. Burbidge N.T. The Australian species of *Nicotiana* L. (Solonaceae) // Austral. J. Bot. 1960. V.8, № 3. 342 p.
8. Kostov D. Cytogenetics on the genus *Nicotiana*. Sofia, 1943. 1011 p.
9. Wegener A. The origin of continents and oceans. London, Methuen, 1924.
10. Grabovetskaya A.N. To the knowledge of the genus *Nicotiana* // Applied Proceedings botany, genetics and breeding. 1937. Ser. 1, no. 2. 134 p.
11. Clayton E.E. A wildfire resistant tobacco // J. Heredity. 1947. 38p.
12. Chaplin J.F. Transfer of black shank resistance from *Nicotiana plumbaginifolia* to flue-cured tobacco N. // Tobacco Sci. 1962. V.6.
13. Chaplin J.F., Burk L.G. Interspecific hybridization and gene transfer in *Nicotiana*: Problems and possible solutions // 5-th Inter. national Tobacco Sci. Congress. Hamburg, 1970.
14. Baylov D., Palakarcheva M., Daskalov S. A study of the top of the nakoi hibridi between *Nicotiana tabacum* and *N. debneyi* and a single spontaneous amphidiploid // Proceedings of the Institute for Plant Growing. Sofia, 1963. 27 p.
15. Baylov D., Palakarcheva M., Daskalov S. Novi amphidiploid *N. tabacum* x *N. Debney* // Plant science. 1964. V.1. № 7.
16. Ternovsky M. F. Remote hybridization in the creation of new varieties and hybrids of tobacco // Tobacco. 1964. No. 2.
17. Clayton E. E., Graham T.W., Todd A.F., Gaines S.G., Clark F.F. Resistance to the Root knot Disease of tobacco // Tobacco Sci. 1958. V.2.
18. Clayton E.E. The genetics and breeding progress in tobacco during the last 50 years // Agron. J. 1958.
19. Palakaria M. Rezultati from gibridizatsiya between species *N. megalosiphon* and *N. Tabacum* // Genetics and breeding of NRB. 1976. V.9. No. 4.
20. Manolov A. Transfer to the stability of km from *N. exigna* to Oriental tyutyun // Bulg. tyutyun. 1980. V.25. 10.
21. Manolov A., Leshcheva D., Baldzhieva E. Ispolzuvane on mezhdudivovata hibridizatsiya pri tyutyun for the initial material, stable on bolesti // Docl. 1-a National Simp. immune plants bolesti. Varna, 1978. Sofia, 1978.
22. Clayton E.E. Male sterile tobacco // J. Heredity. 1950. V. 41. P. 171-175.
23. Burk L. G., Dropkin V. H. Response of *Nicotiana repanda*, *N. sylvestris* and their amphidiploids hybrid to rootknot remrtodes // Plant Diseases Repr. 1961. V. 45. P. 734-735.
24. Kostov D. The origin of cultured tobacco // bull. experimental. Biol. and medicine. 1936. Vol. I, issue 6.

CHEMICAL PROPERTIES OF SOME DIHAPLOID VARIETIES AND LINES FROM TYPE PRILEP

Miceska G., full professor, senior research fellow, Dimitrieski M., full professor, senior research fellow, Zdraveska N., ass.professor, research associate
“St. Kliment Ohridski” University- Bitola, Scientific tobacco, Institute -
Prilep, Kicevska bb, Prilep

Abstract. Oriental tobacco in the Republic of Macedonia is selected by classic methods, which is quite a long process. Today, one of the most commonly used biotechnological methods in plants is the double haploid method, whose main purpose is to shorten selection processes in field conditions, while obtaining homozygous lines in the first generation. Tobacco is an ideal plant for the production of haploid plants. Tobacco crops produce an explosion of haploid plants used today in the process of producing dihaploid plants, which are then used in the hybridization process of tobacco. Dihaploidization was performed by direct androgenesis of haploid tobacco plants obtained in the laboratory in vitro at the Scientific tobacco Institute - Prilep, using the tissue culture method. Four dihaploid lines of tobacco P 146-7 / 1 DH, Jk.l. 301/23 DH, Hybrid 301 / n DH, Jk.l.75-301 DH and their analogs (P 146-7/1 Ø, Jk.l. 301/23 Ø, Hybrid 301/n Ø and Jk.l.75-301 Ø) was tested. The nicotine content of the tested lines and varieties of tobacco ranges from 0.23% at Jk.l 75-301 DH to 0.60% at P 146-7 / 1 Ø. The nicotine content at dihaploid lines compared to their analogues are smaller and it can be concluded that all dihaploid lines have lower nicotine content than their analogues.

Keywords. Tobacco, dihaploid lines, hybridization, materiality.

Introduction

In the Republic of Macedonia, tobacco has been cultivated continuously for almost four centuries. Oriental, semi-oriental, and large-leaf tobacco types (Virginia and Burley) are grown during this period.

Higher tobacco production in the Republic of Macedonia was observed after World War II when tobacco production reached 36 221 tonnes in 1982. Today the production of oriental tobacco in the Republic of Macedonia is organized on 15 881 ha (2009-2018), with an average production of 24 716 tons of tobacco.

Macedonia as a producer of oriental aromatic tobacco occupies a significant place in the world and is in the top eight countries of oriental tobacco producing 3% of the world production. Of the total arable land in the country, tobacco accounts for 3.4%, and in the total area under industrial crops around 81.1% of the total area.

In the economy of the Republic of Macedonia, tobacco occupies an important position due to the total value of the production itself and its economic - sociological significance.

Oriental tobacco in the Republic of Macedonia is selected by classic methods, which is quite a long process. Because the ontogenetic development of tobacco depends primarily on its biological properties, and heredity as a characteristic is one of the fundamental manifestations of plant organisms, which manifests itself differently depending on environmental conditions, in recent time there is a need for better knowledge of these processes.

Namely, man's efforts to refine plants in order to obtain a higher yield are probably as old as agriculture itself.

Today, in many institutions around the world as well as in our country, various methods of obtaining new plant varieties are applied, which in their genetic composition contain combinations of the best parental traits. In this way, varieties that produce higher yields are more resistant to disease and adverse climatic conditions.

One of the traits of plants is their ability for vegetative propagation. It means getting plants from different parts of the plant i.e. from buds, roots, stem, leaf, etc. This gives rise to many new plants belonging to the same sex generation as the mother.

There are several ways of vegetative in vitro propagation: micropropagation, organogenesis, somatic embryogenesis, development of haploid and dihaploid plants.

Today, one of the most commonly used biotechnological methods in plants is the double haploid method, whose main purpose is to shorten selection processes in field conditions, obtaining homozygous lines in the first generation, based on the different combinations that occur at gametes level, consolidation of lines and the creation of new varieties (Morison, Evans 1988).

Tobacco is an ideal plant for the production of haploid plants, tobacco crops produce an explosion of haploid plants used today in the process of producing dihaploid plants, which are then used in the hybridization process of tobacco.

The double haploid method is one of the most implemented biotechnological methods today. Seitz (Burchet, 2004) stated: "If the induction of hybrids was the greatest discovery in selection, and the use of biological laboratories second in size, the technology of double haploids would be the third in a row."

The main objective of this method is to shorten the process of obtaining new varieties in fields conditions where self-pollination and selection processes continue until uniform varieties are achieved and 100% of them become homozygous. It takes nine to eleven years to standardize some varieties or obtain new varieties (Patrascu, Ioan, 1984).

Dihaploid lines show a high level of uniformity (Devereux, Lameri, 1974), compared to standard varieties, and in other cases (Legg, Colins, 1968), some variations in morphological properties are observed between lines obtained from a single plant. Raymond (1987), in his studies, reveals significant differences in all indicators, except for the number of leaves among the dihaploid regenerators of the high hybrid variety NC 95.

There are some controversial points about the advantages and disadvantages of haploid methods, that is, the method of induced androgenesis in obtaining dihaploid homozygous plant lines. In order to overcome or clarify some of these doubts, in this paper we set out to investigate the quality properties of some dihaploids tobacco lines in comparison with their analogues, and to confirm the application of induced androgenesis, depending on the objectives. of selection in obtaining homozygous dihaploid tobacco lines.

We hoped that the investigations and results obtained in this paper will form the basis of the selection processes and that biochemical methods (tissue culture and

androgenesis) will be successfully applied in obtaining new superior homozygous lines and tobacco varieties.

Material and methods

The tests were carried out in the field of study at the Tobacco Institute - Prilep in 2014. Four dihaploid lines of tobacco P 146-7 / 1 DH, Jk.l. 301/23 DH, Hybrid 301 /n DH, Jk.l. 75-301 DH and their analogs (P 146-7/1Ø, Jk.l. 301/23 Ø, Hybrid 301/ n Ø, Jk.l.75-301 Ø) Photo1-7.

Dihaploidization was performed by direct androgenesis of haploid tobacco plants obtained in vitro laboratory in Scientific Tobacco Institute - Prilep, using the tissue culture method (meristems, 0.5 cm leaf sections) on Murashige & Skoog, nutrition medium (Murashige T., Skoog F., 1962), modified for direct organogenesis and optimized with the following chemicals: casein - hydrolyzate - 1 mg / l; L - glutamine - 250 mg / l; glycine - 200 mg / l; IAA - 0.2 mg / l; BAP - 0.5 mg / l; adenine - 20 mg / l; kinetine - 3 mg / l and and myoinosite - 100 mg / l. The first dihaploid plants were grown in the biological laboratory in soil-pots: soil: perlite - (3: 1) until seed material was obtained from them.

The seedlings from the examined lines and varieties of tobacco were produced in the usual way, in the field of the Scientific Tobacco Institute – Prilep, all necessary agro-technical and protective measures were applied during the cultivation of the seed in order to obtain healthy and normally developed seedlings. The experiments were performed using the random block system (Random block system) in 4 repetitions. Planting was done at a distance of 40 cm between the rows, 15 cm in the row. The tobacco harvest was done manually, in the technical maturity of the leaves.

The usual agrotechnical and protective measures of tobacco against diseases and pests were applied during the vegetation of tobacco on the field. The qualitative assessment of dried tobacco was carried out according to the applicable Rulebook on Uniform Measures for Tobacco Purchase. Chemical properties were analyzed in the accredited laboratories of the STIP in accordance with the standard MKS EN ISO / IEC 17025: 2006, by standard methods. Chemical properties were analyzed for nicotine content, protein content, soluble sugar content, mineral content and quality of tobacco expressed by the Shmuk's index.



Figure 1. P 146-7/1 Ø and P146-7/1DH



Figure 2. Jk.l. 301/23 Ø



Figure 3. P 146-7/1 Ø and P146-7/1DH



Figure 4. Jk.l. 301/23 Ø



Figure 5. Jk.l. 301/23 DH



Figure 6. Hybrid 301/n Ø



Figure 7. Hybrid 301/nDH

Agroecological conditions

One of the important factors for the development, yield and especially the quality of the tobacco plant (chemical and physical properties) are the climatic conditions during the tobacco vegetation period. For this purpose, the following meteorological data were analyzed during our survey: mid-December and monthly air temperature, decadal and monthly precipitation amounts, and mid-decade and monthly relative humidity.

From the data presented in Table 1 it can be seen that the average average monthly air temperature in 2014 is 18,3°C. The average monthly minimum air temperature is 11.3 °C and the average monthly maximum temperature is 27.0°C.

Table 1. Average decade and monthly air temperature from may – September 2014

Meteorological factors	Decade	Months					Σ/X °C
		May	June,	July	August	September	
Average Decade Air Temperature °C	I	12.4	16.8	21.5	20.6	17.4	
	II	13.6	18.7	19.8	22.5	17.2	
	III	16.3	20.5	21.3	22.0	13.6	
Average monthly air temperature °C		14.1	18.7	20.9	21.7	16.0	18.3
Average monthly maximum air temperature °C		21.8	27.7	30.2	31.6	23.9	27.0
Average monthly minimum air temperature °C		7.7	11.4	12.9	13.6	11.1	11.3
Meteorological factors							Σ/X l/m ²
Precipitation mm	I	15.0	1.0	0.0	16.0	76.0	
	II	8.0	10.0	43.0	0.0	16.0	
	III	14.0	0.0	8.0	1.0	15.0	
Total precipitation mm		37.0	11.0	51.0	17.0	107.0	223.0

According to Uzunoski (1985), the optimum air temperature for normal growth and development of tobacco plants ranges between 20 and 30° C, and the maximum temperature is between 40 and 50 C°.

According to Atanasov (1962), temperature deficiency limits are below 18° C and excessive above 30°C.

From the average data in Table 1 it can be concluded that the temperatures during the vegetation are within the permissible temperature limits which ensure normal growth and development of tobacco.

According to the sum of precipitation (Table 1), in 2014 during vegetation a total of 223.0 mm of water sediment fell. According to the literature, this quantity corresponds to get fine-grained aromatic tobacco but still, the distribution of precip-

itation by decades and months is quite uneven.

The soil of the experiment field at the Scientific Tobacco Institute, Prilep, where the experiment was set up in the year of the test, is deluvial (colluvial) type (Table 2). This type of soil is most prevalent in the Prilep production area, where tobacco is mainly grown as monoculture.

Table 2. Agrochemical properties of soil (location STI - Prilep)

Humus %	Total nitrogen%	pH		CaCO ₃ %	mg / 100g soil		Physical clay <0.02 mm%
		H ₂ O	KCl		P ₂ O ₅	K ₂ O	
0.57	0.019	6.09	5.00	-	24.2	19.2	24.5

According to the chemical properties (Table 2), it can be seen that the soil is very low in humus content, very low total nitrogen content, is carbon-free, with low acidic reaction, high content of available P₂O₅, and well supplied with potassium.

Results and discussion

Chemical composition of tobacco

Chemical composition is one of the main indicators for determining the quality of tobacco raw material. The presences of certain chemical components and their interrelationship have a specific meaning to the quality of the tobacco, ie they are important to the quality value of the tobacco raw material.

The chemical composition as a material component of tobacco leaves is manifested both on their external appearance and on their smoking properties.

Uzunoski (1985), stated that the chemical composition to a certain extent is a typical and varietal characteristic and is highly variable depending on the conditions of cultivation during field tobacco vegetation, tillage and other factors.

Байлов (1965) points out that the quality of tobacco depends not only on the chemical components contained in it but also on their interconnection, as well as on their relationship, changes resulting from the conditions of cultivation and the method of drying.

Table 3 shows the results of the experiment for the chemical composition of diahaploids lines and their analogues.

Table 3. Chemical composition of tobacco

Varieties/lines	Nicotine (%)	Proteins (%)	Mineral substances (%)	Reducing sugars (%)	Shmuk's index
P 146-7/1 Ø	0.60	5.10	9.87	27.06	5.30
P 146-7/1DH	0.55	5.39	9.24	28.21	5.23
Jk.l. 301/23 Ø	0.32	5.07	7.90	27.48	5.42
Jk.l. 301/23 DH	0.30	4.79	7.97	30.31	6.29
Hybrid 301/n Ø	0.39	5.67	14.92	24.00	4.23
Hybrid 301/n DH	0.36	5.81	11.90	21.67	3.73
Jk.l.75-301 Ø	0.48	5.23	8.58	26.68	5.10
Jk.l.75-301 DH	0.23	5.29	7.92	27.30	5.16

1. Nicotine content

The tobacco plant contains more alkaloids, but nicotine is one of the most important because of tobacco leaf which is used for smoking. Nicotine is found in all parts of the tobacco plant, except in mature seeds. According to studies by a number of authors, nicotine content increases from lower to upper insertions.

The use of tobacco leaves is conditioned by the specificity of this chemical component, and is related to the physiological-narcotic effect of tobacco smoke on the smoker's nervous system.

According to Shmuk (1948) the optimum amount of nicotine in oriental tobacco is 1 to 1.5%.

Wolf (1962) points out that nicotine is certainly the most interesting and important ingredient of tobacco.

Nicotine content is a varietal characteristic, but its variations depending on environmental conditions and agrotechnical measures applied.

Dimitrieski et al. (1992) examining the varieties of type Yaka in the region of Prilep found that nicotine content was optimal in 1982 in the examined varieties of type Yaka is several times larger than in 1983 where the amount of rainfall was greater.

Dimitrova (1991) examining the chemical composition of newly acquired diploid lines compared to their analogues of oriental type, concluded that diploid lines have a lower % of nicotine than their analogues 1,01% to 1,94% .

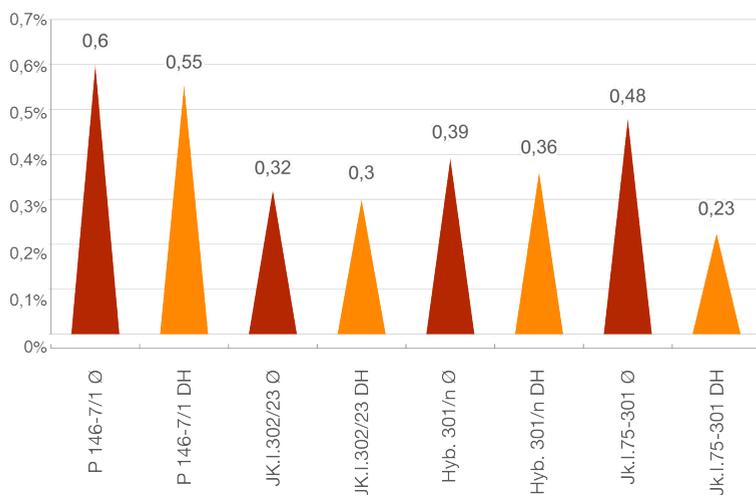
Analyzing the results for the nicotine content of the studied lines and varieties of tobacco, we can conclude that it (Table 3, Graf. 1) ranges from at Jk.l. 75-301 DH 0.23% to 0.60% at P 146-7 / 1 Ø.

Regarding the nicotine content of diploid lines compared to their analogues, it can be concluded that all diploid lines have lower nicotine content than their analogues.

Nicotine content in all tested lines and varieties has low values. It is due to the large amount of rainfall during the tobacco vegetation period and the irregular rainfall schedule. Namely, the precipitation content in the second and third decades of July is (51 mm), the first decade of August (16 mm), as well as the first decade of September (76 mm) in the period when these insertions were formed.

Lazaroski (1984), based on many years of Prilep-type tobacco research in the Prilep region, found that irrigation as an agrotechnical measure has a significant impact on reducing nicotine content in tobacco. Depending on the irrigation variant, the nicotine ranged from 0.80% to 1.14%.

Байлов(1965) points out that the same variety of tobacco in dry conditions can produce twice as much nicotine as in wet conditions. Increasing nicotine content is also affected by flowering violations.



Graf 1. Nicotine content

2. Protein content

In the nitrogen complex, proteins are organic compounds that play the most important role in the tasting properties of tobacco raw materials.

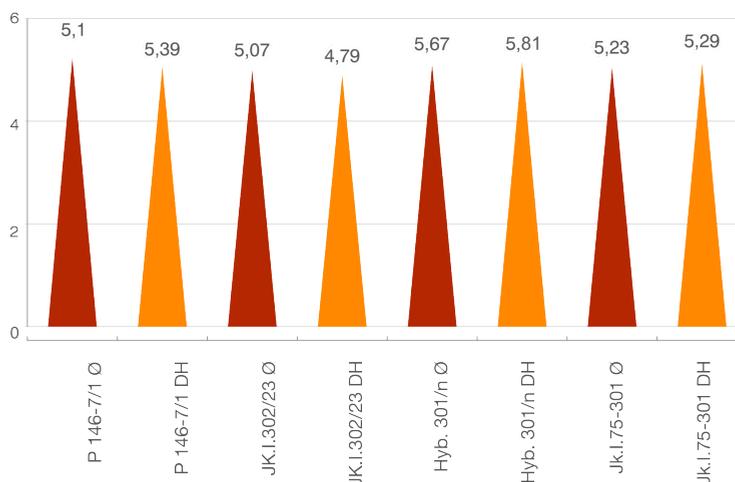
Timov et al. (1974), point out that the favorable effect of proteins occurs in quantitatively optimal ranges between 5 and 10%. With less than 5% protein, unsatisfactory taste sensations of fullness and fullness of smoking are felt, and over 10% the taste of tobacco deteriorates and smells like bitterness, irritation and bad smell.

Table 3, Graf. 2 presents the data on the protein content of the dihaploid lines examined and their analogues. From the presented values it can be seen that the protein content ranges from 4.79% to 5.81%. The lowest protein content have dihaploid line Jk.l.301/23 DH (4.79%), and the highest protein content of 5.81% is in the Hybrid 301 / n DH.

According to Shmuk (1948), quality tobacco does not contain more than 8% protein, while in less quality tobacco they reach 20%.

Lazaroski (1976), examining the protein content in raw material of tobacco type prilep from 1973 and 1974 in Bitola region, found that it had an average of 8.01 – 8.85% protein. The same author (1983), in his three-year studies, found that the protein content in prilep tobacco ranges from 6.18% to 7.39%.

It also found that irrigation reduced the protein content by 16.73%.



Graf 2. Protein content

Uzunoski (1985) states that the protein content increases from lower to upper insertions and from mature to immature tobacco leaves. Also, greater intermediate distance, more abundant nitrogen fertilization and flowering breakage increase the protein content.

Nuneski (2008), in their studies, concluded that the average protein content of all insects of basma tobacco in 2004 was 7,18% and in 2005 (7,65%), or for both harvests 7,41%.

Arsov et al. (2011) point out that the protein content below 5,5% of the dry matter of tobacco is a sign of one-sided taste, and a content higher than 7% is a sign of deteriorated taste of tobacco and the quality of tobacco.

Mitreski (2012), examining the chemical composition of several type prilep tobacco varieties, concluded that the protein content of some Prilep-type varieties in 2009 ranged from 6.34% at P 66-9 / 7 to 7.22% at P 79-94, and in 2010 it ranges from 6.35% in Prilep 79-94 to 6.75% in P-23. Average results obtained from our tests are correlated with the cited literature data, i.e. the raw material from the examined dihaploid lines and their analogues is with protein content within the bounds of the corresponding commodity type.

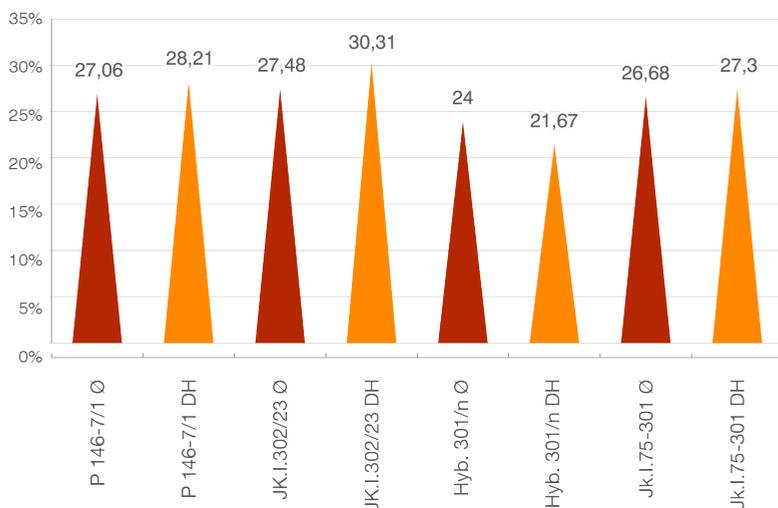
3. Content of reducing sugars

Reducing sugars are the most important non-toxic substances in the tobacco leaf, as they represent almost half of the total organic matter in the tobacco.

Reducing sugars are considered to be the primary building blocks of other organic compounds in photosynthesis. They have a positive impact on the quality of tobacco. The positive impact is that reducing sugars form a smoke with an acidic reaction, neutralizing the alkaline reaction produced by the proteins and other compounds of the leaf composition.

Oriental and virgin types of tobacco are characterized by a higher percentage of reducing sugars, as opposed to black tobacco and the burley type, where the percentage is quite low. Except for the type of tobacco and the way of drying, the influence of the soluble sugars has started to have a great impact - the climate conditions that prevailed during the vegetation period, the applied agrotechnics (fertilization and irrigation), etc.

Timov et al. (1974) concluded from their studies that the reducing sugar content of oriental tobacco in Bulgaria ranged from 8 to 15%.



Graf 3. Content of soluble sugars

According to the results from Table 3, Graf. 3 we can conclude that the lowest content of reducing sugars has dihaploid lines Hybrid 301 / n DH (21.67%), and the highest reducing sugar JK.I. 301/23 DH (30.31%) . All varieties tested and their dihaploids have a relatively higher reducing sugar content as a result of rains falling in the second and third decades of July (51 mm), in the first decade of August (16 mm), and in the first decade of September (76). mm), the period when the inserts were formed from the true middle leaf to the top.

According to Пюзелов et al. (1965), oriental tobacco containing less than 5% soluble sugars is of poor quality, with 10 - 11% being of medium quality, and tobacco with 11 - 16% being of high quality.

Lazaroski (1976) states that in Bitola region, tobacco type Prilep reducing sugars range from 18.42% in the lower, to 22.26% in the upper inserts. The author noted

that the content of soluble sugars increased from lower to upper inserts.

According to Nuneski (1986), the percentage of soluble sugars in the Prilep type is about 18.41% for the lower middle leaf, 19.11% for the true middle leaf and 20.69% for the upper middle leaf.

4. The quality of tobacco expressed by the Shmuk's index

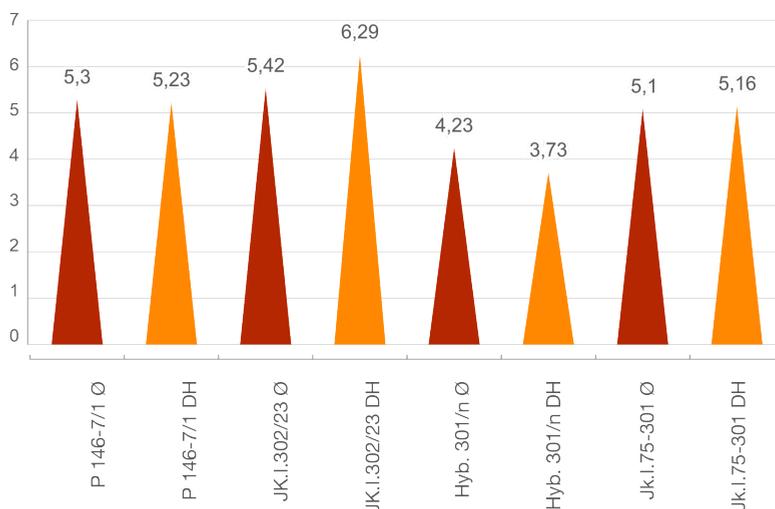
For the objective evaluation of the quality and value of use, in addition to the content of the components of the chemical composition of tobacco, their interrelationship is important. Shmuk's (1948) took the ratio of soluble sugars and proteins as the basis for assessing the quality of cigarette tobacco.

This ratio between soluble sugars and proteins is known as the Shmuk's index. The higher the Shmuk's index, the better the quality of the tobacco. The data obtained from our tests for the Shmuk index are shown in Table 3 Graf. 4. The lowest index has a Hyb. 301/n DH (3,73), and the highest index per Shmuk's has a Jk.l.301/23 DH (6,29).

All investigated varieties / lines have a relatively high Shmuk's index, due to the reducing sugar content that results from the rains falling in the second and third decades of July (51 mm), the first decade of August (16 mm), and in the first decade. Decade in September (76 mm), in the period when the insertions were formed from the true middle leaf to the top

Analyzing the results for the Shmuk's index of diaploid lines compared to their analogues, the two lines (Jk.l. 75-301 DH, Jk.l 301/23 Ø) have higher values of the Shmuk's index than their analogs for 0.06 (Jk.l. 75-301 DH).

Mitreski (2012), in his researches stated that the Shmuk's index ranges from 1.74 in the variety Prilep P-79-94 to 3.06 in the variety P 66-9 / 7 in 2009 and from 2.69 in the variety NS 72 to 4.5 at the 2010, Prilep variety(P 79-94).



Graf 4. Šmuku's index

Conclusions

Having in mind the literature data as well as the data from our research we can come to the following conclusions:

- The nicotine content of the tested lines and varieties of tobacco ranges from 0.23% at Jk.l 75-301 DH to 0.60% at P 146-7 / 1 Ø, ie the nicotine content at dihaploid lines compared to their analogues are smaller and it can be concluded that all dihaploid lines have lower nicotine content than their analogues.
- The protein content of the examined dihaploid lines and their analogs ranges from 4.79% to Jk.l. 301/23 DH up to 5.81% with Hybrid 301 / n DH.
- The soluble sugar content of the dihaploid lines tested and their analogs ranges from 21.67% at the dihaploid line Hybrid 301 / n DH, to 30.31% at the dihaploid line Jk.l 301/23 DH.
- The Šmuks` index of the investigated dihaploid lines and their analogs ranges from 3.73 Hybrid 301/n DH to 6.29 (Jk.l. 301/23 DH).
- Dihaploid lines according to their chemical properties successfully may be the starting material for further selection studies in obtaining new varieties of tobacco within the examined tobacco commodity type.

References

1. Арсов З., Кабранова Р. Познавање и обработка на тутунската суровина - практикум. Универзитет „Св. Кирил и Методиј“. Скопје, Факултет за земјоделски науки и храна. Скопје, 2011.
2. Атанасов Д. Тютюпроизводство, Пловдив, 1962.
3. Байлов Д., Попов М. Производство и првична обработка на тютюна. Софија: Земиздат, 1965.
4. Гюзелов Г. Лю. и сор. Рйководство за производствен и лабораторен контрол на тютюна и тютюневите изделия. Софија, 1965.
5. Горник Р. Облагородување на тутунот. Прилеп, 1973.
6. Devereux M., Lameri U. Anther culture haploid plantisogenie line and breeding research in *N. tabaccum* L.//Poliploidy and induced mutations in plant breeding. Atomic Energy Agency. Viena, 1974. 503,15, 101-107.
7. Димитриески М. Биолошки, производни и квалитетни својства на некои нови сорти тутун од ароматичен тип. Магистерска тема. Скопје, 1990.
8. Димитрова С. Дихаплоиди од антери в F1 от ориенталски тип тютюн и техните качества с оглед на нуждите на селекцијата //Генетика и селекција. Софија,1991, год.24. N°4. С. 261-266.
9. Димитриески М., Аческа Н., Чавкароски Д., Мицеска Г. Влијание на агроеколошките услови врз морфолошките, производните и квалитетните својства на некои сорти тутун од типот јака. Тутун/ Тобасо. 1992.Vol., N 1-6.

10. Лазароски Т. Придонес кон запознавањето на поважните физички и хемиски карактеристики на тутунската суровина (средни берби) од типот прилеп, реон Битола. Тутун/ Tobacco. 1976. Vol 36, N ° 11-12. С. 59-62.
11. Lazaroski T. Uticaj navodnjavanja na prinos i tehnoloska svojstva orijentalnog aromaticnog duvana sorte prilep. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet. Beograd – Zemun, 1984.
12. Митрески М. Компаративни проучувања на поважните производни, технолошки и квалитетни својства кај некои сорти тутун од типот прилеп. Докторска дисертација, Научен институт за тутун. Прилеп, 2012.
13. Мицеска Г., Димитриески М. Дихаплоиди од антери на ориенталски тутун и нивните морфолошки својства. Тутун/ Tobacco. 2006. Vol. 56, № 5-6. С.85-91.
14. Miceska G. Agronomic characteristics of dihaploid lines of oriental tobacco obtained in vitro. ACS. 2009. Vol. 74, № 4. P. 1-4.
15. Мицеска Г. Продукција на хаплоиди кај тутунот in vitro. Тутун /Tobacco. 2009.Vol.59, № 9-10. С. 201-206.
16. Miceska G. Determination of the level of androgenesis in tobacco. JCEA. 2011. Vol.12, N03. P. 515-518.
17. Morrison R.A., Evans D.A. Haploid plants from tissue culture: New plant varieties in a Shortened time frame. Bio/Tehnology. 1988. 6. P.684-690.
18. Nitch J.P., Nitch C. Haploid plants from pollen grains // Science. 1969. 163. P.85-87.
19. Нунески И. Придонес кон запознавањето на полнечката способност на тутунот во зависност од типот, потеклото, инсерцијата и некои технолошки својства. Докторска дисертација. Земјоделски факулте. Скопје, 1986.
20. Нунески Р. Проучување на технолошките својства, од типот измир басма со осврт на квалитетните својства носители на тутунските мешавини. Докторска дисертација. Институт за тутун. Прилеп, 2008.
21. Patrascu M., Ioan E. Nouveaux genotypes de tabac, obtenus par manipulation in vitro des microspores. (autors manuscript). 1984.
22. Raymond J.S. Anther culture induced changes as a source of variability for tobacco impruvment // Tob.Abstract. 1987. 31, 2 March-Apr. 758. P.408-409.
23. Seitz G. A dark horse leads the seed industry with a new breeding tecnology. F. J. 2004. 14. (Article).
24. Тимов А., Веселинов М., Атанасов К., Димитров Ц. Ориенталският тютюн в България. Селскостопанска Академия „Георги Димитров“. София, 1974.
25. Узуноски М. Производство на тутун. Стопански весник, Скопје, 1985.
26. Wolf F. Aromatic or oriental tobaccos. Durham, N.C, 1962.
27. Shmuk A. Hemija i tehnologija tabaka. Moskva: Piščepromizdat, 1948.

CHEMICAL COMPOSITION OF TOBACCO OF THE VARIETY PRILEP 66 9 PRODUCED BY APPLYING THE MEASURES OF INTEGRATED PRODUCTION IN COMPARISON WITH THE TRADITIONAL PRODUCTION OF TOBACCO

Dimitrieski M., full professor, senior research fellow, Miceska G., full professor, senior research fellow, Gveroska B., full professor, senior research fellow, Zdraveska N., Ass. professor, research associate

“St. Kliment Ohridski” University- Bitola, Scientific tobacco institute-Prilep,
Kicevska bb, Prilep, Republic of North Macedonia

Abstract. In 2019 a field experiment by standard methodology was conducted on the surfaces of the experiment field of the one pilot farm, located in village Berovci (municipality Prilep) with oriental tobacco variety Prilep 66 9. Two variants were included in the experiment – Integral tobacco production in the comparison to Traditional tobacco production.

In this pilot farm, based on the values obtained from the analyzed chemical properties of tobacco variety Prilep 66 9 depending on the method and conditions of cultivation, we can conclude the following: Application of Integrated production and irrigation measures have a positive impact on the content of individual chemical components. They reduce the content of nicotine, total nitrogen, protein and minerals, and increase the values of soluble sugars, polyphenols and Shmuk' index compared to the traditional way of production under irrigation conditions.

Keywords. Oriental, tobacco, variety Prilep 66 9, chemical properties, Integral production.

Introduction

Oriental aromatic variety Prilep 66-9/7 is distinguished by its high biological potential which allows its successful growing either in irrigating or in non-irrigating conditions (Dimitrieski M., Miceska G., 2010). The high biological potential of this variety stems from a well developed and powerful root system. In both conditions of growing, this variety produces a competitive and good quality tobacco raw.

From the commercialized varieties in the last ten-year period (2010-2019), in the total production of tobacco we can say that the Prilep 66/9 variety is most represented with 78% (MAFWE, Strategy, 2019). It is also necessary to emphasize the fact that in the last three years only the variety Prilep 66/9 participates with 93% in the total production and it also represents 97-98% of the Prilep type production, the competition and demand of this renowned commodity on the market has increased with its production. This finding can be confirmed by the continued stable tobacco production (around 25.000,00 t) during this period and by the export of seed material from this variety to Serbia, Turkey, as well as by the interest in introducing the variety Prilep 66/9 into the production of other Balkan countries (MAFWE, Strategy, 2019).

Having in mind the previous knowledge, we decided to study on the way of growing and its effect upon chemical characteristics of the three analysed inserts

(Lugs, Middle leaves and Undertips) of oriental tobacco variety Prilep 66 9. Two variants were included in the experiment – Integral tobacco production in the comparison to Traditional tobacco production. The following chemical characteristics were studied: nicotine, Total N, albumens, soluble sugars, ashes and Shmuk's quality index. Thus, in Traditional tobacco production, the contents of chemical components in standard variety Prilep 66 9 were less favorable compared to the values obtained in Integral tobacco production.

Material and methods

In 2019 a field experiment by standard methodology was conducted on the surfaces of the experiment field of the one pilot farm, located in village Berovci (municipality Prilep) with oriental tobacco variety Prilep 66 9. Two variants were included in the experiment – Integral tobacco production in irrigating, in the comparison to Traditional tobacco production (in non-irrigating conditions). On the transplanted tobacco in field were applied optimal and timely modern agrotechnical and plant protection measures according to Integrated tobacco production:

- The most favorable time period for aplikation of the preparations, as well as the interval, the number of treatments and the optimal application rates are determined;
- Recommendations are given for increased application of integrated protection measures;
- Proper application of agro technical measures, (plowing, soil preparation and proper quantity of fertilizers, according to soil analysis).

The necessary morphological measurements and phenological observations were also carried out. The following chemical properties were analyzed: content nicotine, total nitrogen, soluble sugars, polyphenols, protein, minerals, and Shmuk' index. 150 g tobacco leaves from the insertions of Lugs, Middle leaves and Undertips leaves were taken for the studying of these properties (Photo 1 and. Photo 2). The analysis of the chemical properties is conducted with recognized standard methods in an accredited laboratory of the Scientific Tobacco Institute – Prilep.

Results and discussion

The chemical composition of tobacco is very complex and is expressed through the content of a number of components. In our research we have analyzed the most important chemical components on which the quality of tobacco largely depends. According to Baylov (1965), the quality of tobacco does not depend on the separate chemical components contained in them as much as on their interrelationship, as well as on the conditions of cultivation, harvesting, drying and processing.

Nicotine as the most typical representative of the alkaloid group containing tobacco is one of the most important indicators of its quality (Dimitrieski M., Micska G., 2009). Nicotine is present in all parts of tobacco except for mature seeds, and is mostly present in the leaf (Gornik R., 1973). According to Shmuk (1948) the

favorable impact of nicotine content in quantitatively optimal ranges between 5% and 10%. The obtained results (Table), show that the lower nicotine content of the three analyzed insertions (1.15% undertips, 1.65%, true middle leaf and 1.67% in the lugs) is present in tobacco raw material obtained by Integral tobacco production, and with higher content (1.60% undertips, 1.78% true middle leaf and 1.68% the lugs), in traditional tobacco production. In this pilot farm, independently of production way, the nicotine content of tobacco is within optimal limits for the tobacco type Prilep.

Table. Chemical composition of the tobacco, in the v.Berovci – 2019

Variety/Variant	Nicotine Total N Proteins			Soluble Polyphenols sugars		Mineral Shmuk' matters index		
	Inserti-on	%	%	%	%	%	%	
Prilep 66 9 Ø (traditional tobacco production)	Undertips leaves	1,60	2,39	8,23	18,25	2,49	10,59	2,22
	Middle leaves	1,78	2,13	6,14	20,86	4,53	10,40	3,40
	Lugs	1,68	1,80	5,97	23,95	3,46	12,37	4,01
Prilep 66 9 Ø (integral tobacco production)	Undertips leaves	1,15	1,96	7,04	23,90	3,22	9,37	3,39
	Middle leaves	1,65	1,77	5,71	23,00	6,32	10,31	4,03
	Lugs	1,67	1,89	6,01	27,87	5,28	9,94	4,64

Total nitrogen content varies from 1.77% to 2.39%. The tobacco raw material obtained by Integral tobacco production is characterised with lower total nitrogen content of the three analyzed insertions (1.96% undertips, 1.77% true middle leaf and 1.89% lugs) than tobacco of traditional tobacco production who has higher content (2, 39% undertips, 2.13% true middle leaf and 1.80% lugs).

Proteins are organic compounds that play the most important role in the nitrogen complex for smoking - the flavor properties of tobacco raw material. According to Timov et al. (1974) the favorable impact of proteins occurs in quantitatively optimal ranges between 5% and 10%. The lower optimum protein content of the three analyzed insertions (7.04% undertips, 5.71% true middle leaf and 6.01% lugs) has tobacco raw material obtained by Integral tobacco production and higher content (8, 23% undertips, 6.14% true middle leaf and 5.97% lugs), traditional tobacco production.

Soluble sugars are the only chemical component that has a positive effect on the taste, they burn up the tobacco forming the coke with acidic reaction, thus neutralizing the alkaline reaction produced by the proteins and other compounds in the leaf. According to Veselinov (cited by Uzunovski, 1985), high-quality oriental tobacco should contain more than 14% soluble sugars, with good quality 10-11%, and poor quality less than 9%. The content of soluble sugars (Table), is more suitable in Integrated tobacco production under irrigation conditions i.e it is higher for the three analyzed insertions (23.90% undertips, 23.00% true medium leaf and 27.87% lugs, than lower –in the three insertions (18.25% undertips, 20.86% true middle leaf and 20.86% lugs) in traditional production in non-irrigated conditions.

Polyphenols are essential for the color of tobacco and the aroma of tobacco smoke. According to several authors, in Macedonian varieties of tobacco polyphenols range in average from 2.55 to 6.50%. Slightly higher polyphenol content in the three analyzed insertions (3.22% undertips, 6.32%, true middle leaf and 5.28% lugs) has tobacco raw material obtained by Integral tobacco production and lower (2.49% % undertips, 4.53% true middle leaf and 3.46% lugs), in Traditional tobacco production.

Smaller and more favorable content of mineral matters in the three analyzed insertions (9.27% undertips, 10.31%, true middle leaf and 9.94% lugs) has the tobacco raw material obtained in the Integrated tobacco production, and higher content (10.59 % undertips, 10.40% true middle leaf and 12.37% lugs) in Traditional tobacco production.

In addition to using the values for the presence of certain chemical components of the chemical composition of tobacco, the so-called quality coefficients are used to represent the interrelationships of these components. In our research we decided to analyze the Shmuk number because of its frequent use in the world and in our country. The higher Shmuk coefficients of the three analyzed insertions (3.39 undertips, 4.03 true middle true leaf and 4.64% lugs), as well as better quality, there are in the raw tobacco obtained by Integral tobacco production, and lower coefficient (2, 22 undertips, 3.40 true middle leaf and 4.01 insertion) there are in Traditional tobacco production.

Conclusion

Based on the values obtained from the analyzed chemical properties of the three analysed inserts (Lugs, Middle leaves and Undertips) of tobacco variety Prilep 66 9 depending on the method and conditions of cultivation, In this pilot farm we can conclude the following:

Nicotine content of ranged from to 1,15 to 1,67% in Integral tobacco production, as well as from 1,60 to 1,78% in Traditional tobacco production.

Protein content of ranged from 5,71 to 7,04% in Integral tobacco production, as well as from 5,97 to 8,23% in Traditional tobacco production.

The content of soluble sugars in ranges from 23,0 to 27,87 % for Integral tobacco production, and from 18,25 to 23,95% for Traditional tobacco production.

The Shmuk's index of the three analyzed insects ranges from 3,39 to 4,64 for iIntegral tobacco production and from 2,22 to 4,01% for Traditional tobacco production.

Application of Integrated production and irrigation measures have a positive impact on the content of individual chemical components.

They reduce the content of nicotine, total nitrogen, protein and minerals, and increase the values of soluble sugars, polyphenols and Shmuk' index compared to the traditional way of production.



Figure 1. Premise in which the tobacco from the experiment is kept



Figure 2. Separated sample for analysis of chemical properties

References

1. Горник Р. Облагородување на туутнот. Прилеп, 1973.
2. Байлов Д., Попов М. Производство и првична обработка на тютюна. Земиздат – Бугария, 1965.
3. Dimitrieski M., Miceska G. Genotype and way of growing- key factors for developing tobacco raw typical for the type priep in relation to its chemical content Tutun//Tobacco. 2009. Vol.59, No 9 -10. P.207-212.
4. Dimitrieski M., Miceska G. A new and more productive variety of Prilep tobacco // Tobacco reporter. 2012, January. P.58-59.
5. Ministry of Agriculture, Forestry and Water Economy (MAFWE). Tobacco production strategy for the period 2020-2026. Скопје, 2019.
6. Тимов А., Веселинов М., Атанасов К., Димитров Ц. Ориенталският тютюн в България. Софија: Издателство на Българската академија на науките, 1974.
7. Узуноски М. Производство на тутун. Скопје, 1985.
8. Шмук А.А. Химия табака и махорки. Москва, 1948.

PHYSICAL COMPOSITIONS OF TOBACCO OF THE VARIETY PRILEP 66 9 PRODUCED BY APPLYING THE MEASURES OF INTEGRATED PRODUCTION IN COMPARISON WITH THE TRADITIONAL PRODUCTION OF TOBACCO

Zdraveska N., Ass.professor, Research associate, Dimitrieski M., full professor, Senior research fellow, Miceska G., full professor, Senior research fellow, Gveroska B., full professor, Senior research fellow

“St. Kliment Ohridski” University- Bitola, Scientific tobacco institute- Prilep, Kicevska bb, Prilep, Republic of North Macedonia

Abstract. Physical characteristics of tobacco leaves are the basic indicator which enables the assessment of tobacco quality in practice. They reflect the structure and chemical composition of leaf and are closely related to the smoking and taste properties of tobacco. Having in mind the previous knowledge, in 2019 a field experiment by standard methodology was conducted on the surfaces of the experiment field of the one pilot farm, located in village Berovci (municipality Prilep) with oriental tobacco variety Prilep 66 9. Two variants were included in the experiment – Integral tobacco production in the comparison to Traditional tobacco production. Considering their great importance in the industrial processing of tobacco, we decided to analyze the following major physical properties: leaf substantiality, thickness and midrib content.

Keywords. Oriental, tobacco, variety Prilep 66 9, physical properties, Integral production.

Introduction

Some of the visible characteristics of the tobacco leaves (dimension, form, colour etc.) as their physical properties in most cases are the result of the anatomic structure of the leaves and their chemical composition. So this is mostly used in determining the tobacco quality, ie the internal content is determined according to the visible characteristics of the tobacco leaves, and according to that an opinion for the technologic-smoking properties of the tobacco is formed.

When it comes to oriental aromatic tobaccos the small leaves (up to 20cm in length) are more aromatic than the large ones (Gornik, 1973). Among the most important physical properties in the oriental aromatic tobaccos are: Substantiality of leaf tissue measured in g/m², leaf thickness measured in microns and midrib content measured in %. Nuneski (1986) have come to the conclusion that Prilep type tobaccos have the best quality when the substantiality of the leaf tissue is between 57,7 to 81,9 g/m². According to Timov et al. (1974) the midrib content at oriental tobaccos is usually between 14 to 18%.

Having in mind the previous knowledge we decided to study some major physical properties (leaf substantiality, thickness and midrib content) of the standard variety Prilep 66 9.

Material and methods

In 2019 a field experiment by standard methodology was conducted on the surfaces of the experiment field of the one pilot farm, located in village Berovci (municipality Prilep) with oriental tobacco variety Prilep 66 9. Two variants were included in the experiment – Integral tobacco production in the comparison to Traditional tobacco production. On the transplanted tobacco in field were applied optimal and timely modern agrotechnical and plant protection measures according to Integrated tobacco production. The necessary morphological measurements and phenological observations were also carried out. For analysis of physical properties, 20 leaves from II hand (middle leaves) and undertop (uchalti) were taken (Photo 1). There were samples from the trial for Integral tobacco production and also, from the traditional production, for comparison of these two production ways.

From the physical properties of the tobacco, substantiality of leaf tissue g/m², leaf thickness μ and midrib content % were studied. The analysis of the physical properties is conducted with recognized standard methods in an accredited laboratory of the Scientific Tobacco Institute – Prilep.

Results and discussion

The study of the dependence between the quality of tobacco and its physical properties is of particular importance, since they first determine the so-called technological-commercial quality of tobacco leaf (Uzunovski, 1985). Physical properties vary depending on the variety, insertion, agro-ecological conditions and the applied agronomic measures (Dimitrieski et al., 2019). In most cases there is a consistent relationship between chemical composition, anatomical structure, numerous external organoleptic properties and physical traits of tobacco leaf, which are widely used in determination of tobacco quality (Timov et al., 1974).

Materiality as a physical indicator of quality is of particular importance to the fabrication, because it indicates the total dry matter content of the leaf, it depends on the volume weight, which determines how many cigarettes you will get from one kg of tobacco in leaf (Dimitrieski 1990). In the analyzed insertion undertips, the tobacco leaves have less materiality grown in traditional way (83 g / m²), and higher in Integral tobacco production (98 g / m²), while in the straight middle leaf, both productional ways have nearly similar values (73.52 and 70.27 g / m², respectively).

Both inserts have lower thickness in tobacco leaves traditionally grown (84.0 and 73.0 μ), respectively, and bigger leaves thickness in Integrated tobacco production (86.5 and 80.0 μ , respectively). According to Miceska (2020), the leaf thickness of the tested dihaploid lines and tobacco oriental varieties ranges from 76.00 μ (Hibrid 301/n DH) to 134,50 μ ((Hibrid 301/23 Ø). Bogdancheski et al. (1988), examining the technological properties of tobacco in several varieties of the Prilep type in the region of Delchevo, found an average thickness of the undertips of the leaves from 78 to 95 μ .

The leaves of both insects have slightly lower content of the midrib in the tobacco cultivated in the Integral production (13.50 and 14.64 %, respectively) and slightly higher in the traditional way (16,39 and 16,96 %).

The water retaining ability, irrespective of the productional way, varies within the narrow range of 22.25 and 23.09% for straight medium leaf to 24.57 and 24.61% in undertips, respectively. Application of Integrated production and irrigation measures have a positive impact on the content of individual physical components. They reduce the content of the midrib, and increase the values of Substantiality of leaf tissue and leaf thickness compared to the traditional way of production under irrigation conditions.

According to the obtained values, tobacco is of very good quality, since the analyzed physical parameters are within the optimal limits. The substantiality, thickness and water retaining ability increase from the straight middle leaf to the undertips, and the content of the midrib is generally reduced.

Table 1. Physical properties of the tobacco, in the v. Berovci – 2019

Variety/Vari- ant	Substantiality Leaf of leaf tissue thickness			Midrib contet	Water retain- ing ability
	Inserti-on	g/m ²	μ	%	%
Prilep 66 9 Ø (Traditional tobacco pro- duction)	Undertips leaves	83,61	84,0	16,39	24,57
	Middle leaves	73,52	73,0	16,96	23,09
Prilep 66 9 Ø (Integral tobacco pro- duction)	Undertips leaves	98,27	86,5	13,50	24,61
	Middle leaves	70,27	80,0	14,64	22,25



Figure 1. Prepared tobacco samples for analysis of physical properties Insertion: 1. II hand (middle leaves) and 2. Undertop (uchalti) – Integrated Tobacco Production 3. II hand (middle leaves) and 4. Undertop (uchalti) –Traditional Production

Conclusion

Based on the values obtained from the analyzed physical properties of tobacco variety Prilep 66 9 depending on the method and conditions of cultivation, in this pilot farm we can conclude the following:

Application of Integrated production and irrigation measures have a positive impact on the content of individual physical components.

They reduce the content of the midrib, and increase the values of Substantiality of leaf tissue and leaf thickness compared to the traditional way of production under irrigation conditions.

According to the obtained values, tobacco is of very good quality, since the analyzed physical parameters are within the optimal limits.

The substantiality, thickness and water retaining ability increase from the straight middle leaf to the undertips, and the content of the midrib is generally reduced.

References

1. Горник Р. Облагородување на тутунот. Прилеп, 1973.
2. Богданчески М., Мицеска Г., Чавкароски Д., Димитриески М., 1988. Резултати од компаративните испитувања на некои ориенталски сорти тутун во реонот на Делчево во 1987. Зборник на трудови 14 Меѓународен симпозиум по тутун, стр. 21-30.
3. Dimitrieski M., Miceska G. Physical characteristics of the leaf in some oriental varieties and lines of yaka tobacco// World conference on sustainable life sciences 30 june-07 july 2019. Budapest, Hungary, 2019.
4. Димитриески М. Биолошки производни и квалитетни својства на некои нови сорти тутун од ароматичен тип. Магистерска тема. Скопје, 1990.
5. Мицеска Г., Димитриески М. Физички својства на некои дихаплоидни линии тутун од типот Прилеп. Списание на трудови на ДНУ, 2020. Том 30-31, стр. 69-80.
6. Нунески И. Придонес кон запознавањето на полнечката способност на тутунот во зависност од типот, потеклото, инсерцијата и некои технолошки својства. Докторска дисертација. Земјоделски факултет. Скопје, 1986.
7. Тимов А., Веселинов М., Атанасов К., Димитров Ц. Ориенталският тютюн в България. Софија: Издателство на Българската академија на науките, 1974.
8. Узуноски М. Производство на тутун. Скопје, 1985.

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И ЗАЩИТЫ ТАБАКА

*Плотникова Т.В., канд. с - х. наук, Соболева Л.М., канд. с - х. наук,
Сидорова Н.В., Тютюнникова Е.М., Гвоздецкая С.В., Санин М.Ю.*
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки
и табачных изделий», Российская Федерация, г. Краснодар

Аннотация. Предлагается усовершенствованная технология возделывания и защиты табака, основанная на использовании высокопродуктивных и устойчивых к доминирующим болезням отечественных сортов табака, современных комплексных и органоминеральных удобрений, регуляторов роста растений, позволяющих даже при неблагоприятных почвенно-климатических условиях получить запланированный выход стандартной рассады к оптимальному сроку высадки, малоопасных и экологичных средств и методов защиты от сорных компонентов, болезней и фитофагов.

Ключевые слова. Современная технология, табак, удобрения, стимуляторы роста, гербициды, инсектициды.

MODERN TRENDS IN TOBACCO CULTIVATION AND PROTECTION TECHNOLOGIES

*Plotnikova T.V., candidate of agricultural sciences, Soboleva L.M., candidate of
agricultural sciences, Sidorova N.V., Tyutyunnikova E.M., Gvozdetskaya S.V.,
Sanin M. Yu.*

FSBSI "All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco
Products", Russian Federation, Krasnodar

Abstract. An improved technology for the cultivation and protection of tobacco is proposed, based on the use of highly productive and resistant to the dominant diseases of domestic varieties of tobacco, modern complex and organomineral fertilizers, plant growth regulators, allowing, even under unfavorable soil and climatic conditions, to obtain the planned output of standard seedlings by the optimal planting time, low-risk and environmentally friendly means and methods of protection against weed components, diseases and phytophages.

Keywords. Modern technology, tobacco, fertilizers, growth stimulants, herbicides, insecticides.

Производителям табака предлагается усовершенствованная современная технология, обеспечивающая повышение урожайности путем более полной реализации биологического потенциала культуры на базе широкого использования современных факторов интенсификации, с учетом сохранения благоприятного состояния окружающей среды. Только в таких условиях возможно в качестве конечного продукта получить высококачественный табак, характеризующийся отсутствием в сырье остатков химических препаратов. Разработанная технология базируется на нескольких основных направлениях, это высокопродуктивные и устойчивые к болезням отечественные сорта, удобрения комплексные химические и органические, регуляторы роста растений,

а также малоопасные и безопасные средства и методы контроля за численностью актуальных вредных организмов и др. [1]. Они не только отчасти снижают экологическую нагрузку на окружающую среду, но и очень выгодны с финансовой точки зрения для самих сельхозпредприятий.

В ходе многолетних исследований отмечено, что наилучшие результаты по выходу табачного сырья отмечаются при высадке в поле стандартной рассады с хорошо развитой корневой системой (так называемый «пролонгированный эффект качественной рассады») в оптимальные для зоны возделывания сроки. Этому технологическому приёму – выгонке рассады, всегда уделяется особое внимание, на которое отводится около 1/3 от общего времени, затраченного на выращивание табака.

Обеспеченность смеси (почва, перегной, песок) доступным азотом на 50% от оптимального содержания является достаточно благоприятным условием для посева семян табака при условии дополнительного внесения необходимого количества питательных элементов в процессе роста рассады при помощи дробного внекорневого применения агрохимикатов в одновременном комплексном обеспечении питания растения через листья и корни низкой дозой. За последние годы испытано около 30 современных удобрений для листового внесения. Среди них Нагро (0,1 мл/м²), Плантафол (0,3 г/м²), Мегамикс (0,5 мл/м²), Омекс Био (0,1 мл/м²), Полимикс Агро (0,1 мг/м²), Микровит (0,5 мл/м²), Амко универсал (0,2 г/м²), Био-Микс (1,0 мл/м²), Нутрисол люкс (0,2 г/м²), Витанол NP (0,3 мл/м²), Цитовит (0,1 мл/м²), Реаком (0,4 мл/м²), Хакафос (0,2 г/м²), КомплеМет СО + КомплеМет Fe (0,3 + 0,1 мл/м²), Амицид Микро (0,2 мл/м²), Стимакс рост (0,1 мл/м²), Вуксал БИО Аминоплант (0,3 мл/м²), Оракул мультикомплекс (0,2 мл/м²) и др. Агрохимикаты вносят по вегетирующим растениям в период выращивания рассады табака совместно с поливной водой (1 л/м²) в фазы «крестик», «ушки» и «годная к высадке рассада». Последнее внесение помогает растению легче переносит стресс при пересадке из рассадника в поле.

Предлагаемые современные удобрения комплексного состава за счет лучшего усвоения, даже при небольших дозах применения имеют эффективность на уровне внесенной перед посевом оптимальной дозы минеральных удобрений (N70P60K70), а иногда и выше, которая в опытах является эталоном, стимулируют рост табачной рассады, повышая её основные биометрические параметры, по которым оценивают готовность рассады к высадке в открытый грунт. Закономерно при применении удобрений увеличивается выход качественной рассады, которая при пересадке в поле является основным фактором получения высокого урожая табака, заложенного потенциально в растении. При этом по полученным экспериментальным данным, результаты выше или на уровне эталона, т.е. прибавка к урожайности 19 - 23%, показали агрохимикаты Нутрисол люкс, Био-Микс, Нагро, Плантафол, Амко универсал и Витанол NP (рисунок 1). По остальным препаратам эффективность также проявлена достаточно на высоком уровне.



Рисунок 1. Влияние комплексных удобрений на повышение урожайности табака, %

Альтернативой комплексным удобрениям служат органические удобрения. Эта группа агрохимикатов способствует более эффективному усвоению растениями питательных элементов из почвы, а также обеспечивает растения недостающими элементами питания и оздоравливает питательную смесь рассадника за счет снижения количества микопатогенной инфекции. Данный приём в данном случае можно позиционировать как приём для защиты табака от рассадных гнилей. Гранулированные препараты Исполин и ОМУ вносят в питательный субстрат в дозе 80-100 г/м² за 5-7 дней до посева семян. Стимулайф применяют двукратно по 5 мл/м² за 5-7 дней до посева семян и перед выборкой. Трехкратно (перед посевом за 5-7 дней и через 2 и 4 недели после посева) рекомендуется внесение агрохимикатов БиоФиш (3 мл/м²), Биокомплекс БТУ (2-3 мл/м²), Стимикс (5 мл/м² Стимикс стандарт + 5 мл/м² Стимикс фитостим), Чудозем универсальное (0,6 мл/м²), Гумат-Органик (1,0 мл/м²), Гидрогумин (2,0 мл/м²), Росток (1,0 мл/м²), Гуми – 20М Богатый (овощи, ягоды, зелень) (0,5 мл/м²), Фульвитал плюс (0,4 г/м²), Нитрофит (1,0 мл/м²), MARVEL organic (1,0 мл/м²) и др. Перечисленные удобрения активно улучшают биологическую активность почвы, что проявляется увеличением нитрифицирующей активности, повышением интенсивности разложения целлюлозных субстратов и дыхательных процессов, снижением потенциально патогенных микромицетов (*Fusarium* sp., *Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Verticillium* sp., *Rhizopus* sp., *Alternaria* и др.) в ризосферно-прикорневой зоне питательной смеси растений и замещением их на условно супрессивную мико-

ту (*Trichoderma* sp., *Penicillium* sp. и *Aspergillus* sp.) и, следовательно, уменьшением поражения растений рассадными гнилями. При применении органических удобрений в условиях парника на фон N35P30K35 (50% от оптимальной дозы основных питательных элементов) помимо повышения биометрических показателей растений табака, этот агробиологический приём позволяет увеличить выход стандартных растений с единицы площади, сократить период выгонки рассады. А конечный результат – урожайность культуры, которая повышается из-за полученных крепких и здоровых растений. Так, среди испытанных агрохимикатов максимальная прибавка к урожайности 14 - 20% была получена на вариантах с использованием препаратов AgroVerm, ОМУ, Чудозём универсальное, Исполин, AGREE`S рассада, Стимулайф, ЦитогуMAT, Биокомплекс БТУ, Росток, Marvel organic (рисунок 2). Остальные удобрения показали эффективность несколько ниже, но при этом все показатели по повышению урожайности оказались существенными.

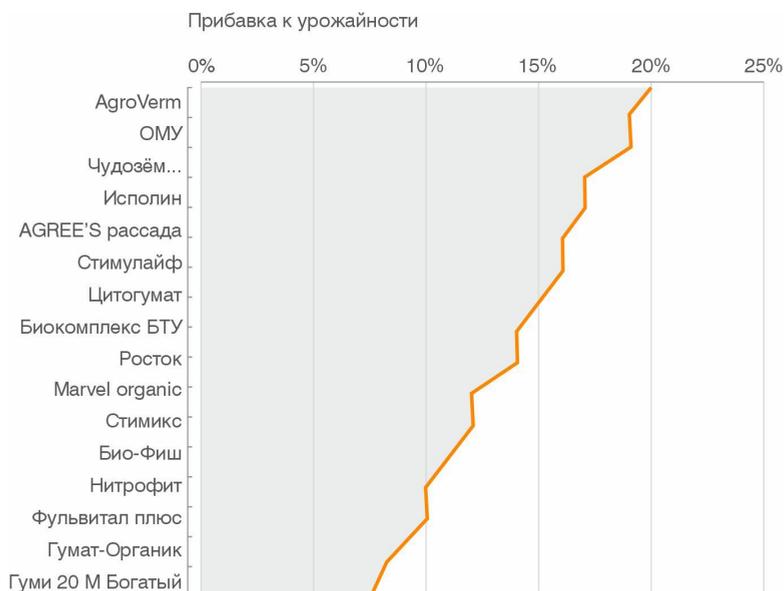


Рисунок 2. Влияние органических удобрений на повышение урожайности табака, %

Также высокоэффективным приёмом в технологии возделывания табака, является применение регуляторов роста растений (PPP). Важным условием их внесения в защищенный грунт является обеспеченность питательного субстрата на 50% основными питательными элементами N35P30K35. За последние годы в лаборатории проведены испытания с установлением эффективной концентрации и времени воздействия семян с препаратом для стимуляторов Агропон С (концентрация водного раствора 0,00001%, при экспозиции 40 минут), Вэрва (0,05%, 3 часа), Регоплант (0,0001%, 6 часов), Эмистим С (0,00001%, 3 часа), Мелафен (0,05%, 3 часа), Лигногумат марки АМ калийный (0,5%, 12

часов), Энергия-М, ТС + Энергия-М, ТР (концентрация 0,001%, замачивание семян 40 минут и обработки 0,0001%), Зеребра Агро (0,00001%, 3 часа), Райкат Старт (0,0001%, 6 часов), Амицид (0,0001%, 12 часов) и др. Замачивание семян, а затем однократная или двукратная обработка рассады стимулятором в фазе «ушки» и «годная к высадке», т.е. перед выборкой рассады, повышает выход стандартной рассады к оптимальному сроку высадки её в поле, практически полностью убирает проблему заболевания рассады гнилями за счет повышения иммунитета растений и в дальнейшем позволяет получить прибавку к урожаю от 2,0 до 9,0 ц/га, а это от 10 до 36% (рисунок 3). Лучшие результаты при этом отмечены на вариантах с использованием агрохимикатов Райкат Старт, Энергия М, Лигногумат, Амицид, Зеребра Агро и Мелафен.

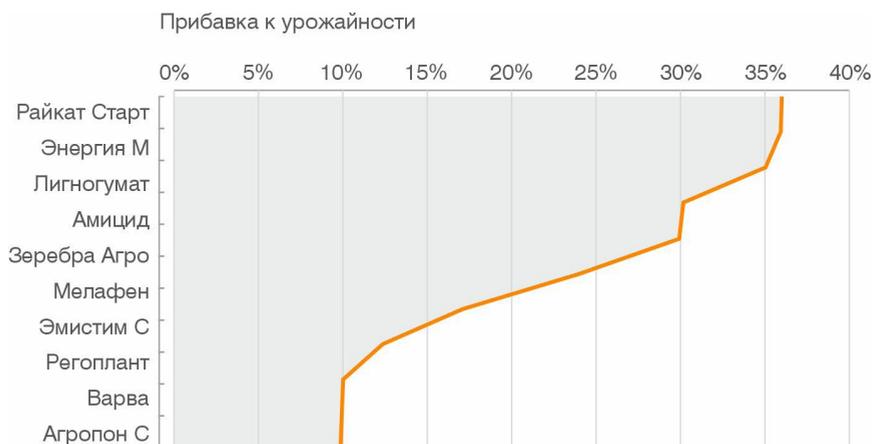


Рисунок 3. Влияние регуляторов роста растений на повышение урожайности табака, %

Стоит также отметить, что рекомендованные приёмы, а это применение удобрений и регуляторов роста, помимо способности увеличивать выход оптимально развитой рассады и урожайность табака, оказывают положительное влияние на повышение курительных достоинств табачного сырья, проявляемое снижением содержания в нём белков и повышением углеводов.

Также вышеописанные приёмы можно использовать для реанимации деградированного в результате длительного несменяемого использования питательного субстрата в рассадниках. В случае несоблюдения рекомендаций (смены смеси не реже 1 раза в 4 года) в питательном грунте снижается содержание необходимых для роста растений основных минеральных элементов, накапливается патогенная инфекция, все это сопровождается поражением растений рассадными гнилями и недополучением запланированного выхода рассады с заданной площади парника. В создавшихся условиях необходимо довести в субстрат недостающие питательные элементы на основе агрохимических анализов в виде минеральных удобрений и начать использовать удобрения и/или РРР.

В условиях рассадника затормаживающим фактором развития рассады табака являются сорные растения. В основном к засорителям относятся портулак огородный (*Portulaca oleracea* L.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), марь белая (*Chenopodium album*), канатник Теофраста (*Abutilon theophrasti*), щетинники (*Setaria* L.) и др. При выращивании рассады с целью высадки на участок менее 1 гектара целесообразно с точки зрения сохранения благоприятного состояния окружающей среды проводить ручное удаление сорняков. Однако при выращивании рассады для посадки на больших площадях целесообразно применять химический способ борьбы. Принимая во внимание тот факт, что в «Списке пестицидов и агрохимикатов разрешенных к использованию на территории Российской Федерации» [2] отсутствуют гербициды для использования на табаке, необходимо испытать гербициды, которые успешно применяются на других сельскохозяйственных культурах и адаптировать их для использования при выращивании рассады табака.

Для эффективного подавления сорной растительности в парниках при выращивании рассады табака испытаны и рекомендованы к применению почвенные гербициды Комманд, КЭ (кломазон, 480 г/л) (в норме расхода 0,01- 0,02 мл/м²) или Стомп, КЭ (пендиметалин, 330 г/л) (в норме расхода 0,18 – 0,23 мл/м²) до появления всходов сорняков и за 1 - 2 недели до посева табака. Раствор препаратов готовится непосредственно перед обработкой в виде водного раствора (1 л рабочего раствора/м²). Гербициды после внесения заделывают в почву и при отсутствии в перспективе атмосферных осадков проводят полив питательного субстрата в количестве не менее 10-15 л воды на м². Рекомендуемым фоном для внесения гербицида является фон с 50% обеспеченностью основными питательными элементами (NH₄ – 10 мг/100г и NO₃ – 20 мг/100г, P - 30 мг/100г и K - 35 мг/100г смеси) созданным за счет довнесения однокомпонентных минеральных удобрений по результатам агрохимического анализа. Устойчивые к гербицидам сорняки, такие как щирица легко удаляются вручную. Лучший результат при этом отмечен на варианте с предпосевным применением гербицида Комманд, КЭ (кломазон, 480 г/л) в дозе 0,02 мл/м², биологическая эффективность химиката составила по снижению количества сорняков 86-98%, по массе 87-89% [3].

Однако из-за угнетающего действия гербицида на растения табака в начальный период роста рекомендовано совместное применение препарата Комманд, КЭ с современными удобрениями ОМУ (100 г/м²), Исполин (80 г/м²), Росток (1 мл/м²), Стимулайф (5 мл/м²), и регуляторами роста Мелафен (концентрация рабочего раствора 0,05%) и Эмистим С (0,00001%) в соответствии с выше описанными рекомендациями. Использованные препараты помимо снижения токсического действия пестицида, способствуют стимуляции роста табака. Высокого качества получена рассада в варианте с применением удобрения ОМУ, Росток и стимулятором Эмистим С. Выход стандартной рассады благодаря внесению ростостимулирующих агрохимикатов увеличился на 24-35%, при этом на варианте с гербицидом он составил 20%. Использо-

вание гуминовых удобрений и регуляторов роста в рассадный период имело пролонгированное действие на растения табака. Высаженная в поле рассада с применением удобрений и регуляторов роста незначительно различались по высоте между собой, но превосходила высоту контрольных растений к концу вегетационного периода на 13-39 см и на 9 см растений, выращенных на гербицидном фоне. Обработки ростостимулирующими препаратами отразились и на площади листовой поверхности. Данный показатель, в значительной степени определяющий урожайность, увеличился на 8-25 % по сравнению с контрольными растениями и на 6% по сравнению с выращенными на фоне гербицида. Все отмеченные положительные воздействия агрохимикатов, в конечном итоге, повлияли на повышение урожайности табака. Так, при применении удобрений Стимулайф и Росток она увеличилась на 39 и 43 %, регуляторов роста Эмистим С и Мелафен на 33 и 24%, с применением гранулированных удобрений ОМУ – на 26 %, Исполин – на 18 % [4], гербицида Комманд без применения агрохимикатов – на 15 % (рисунок 4).



Рисунок 4. Влияние совместного применения гербицида с удобрениями и регуляторами роста на урожайность табака

В связи с тем, что табак поражают множество вредных объектов, важными элементами в технологии выращивания табака являются защитные приёмы, позволяющие контролировать численность вредителей и распространённость болезней в полевой период.

Так, в институте разработана и предлагается биологизированная система защиты табака от личинок жуков-щелкунов – проволочников. Система включает массовый отлов самцов доминирующего вида вредителя, в нашем случае щелкун крымский *Agriotes tauricus* Heyd., наиболее распространённый и вредоносный в условиях центральной зоны Краснодарского края объект. Отлов проводят с помощью ловушек «Эстрон», куда помещен синтетический феромон данного вида щелкуна в дозе 10 мг на диспенсер. До начала лета жуков на участке размещается сигнальная ловушка, которая для установления начала лета просматривается ежедневно, а с момента отлова первых имаго до-

бавляются остальные ловушки методом конверта равноудаленно друг от друга в количестве 5 шт./га. Осмотр ловушек и выборка жуков при этом осуществляется 1 раз в неделю. В условиях Краснодарского края период лёта щелкунов на табачных полях начинается с I декады июня и иногда растягивается до III декады сентября. Феромон щелкунов химически устойчив и обладает высокой аттрактивностью, поэтому за период лёта вредителя его не меняют. Используя ловушки для отлова, которые устанавливаются на опытно-селекционном участке с 2007 года удалось по годам отловить следующее количество щелкуна крымского: в 2007г. с 1 га посадок табака феромонными ловушками отловлено 4482 самца [5], в 2008 г. и 2009 г. 341 и 339 экз./га, в 2010 г. - 174 экз./га, в 2011 г. и 2012 г. - 39 и 48 экз./га, в 2013 г. - 530 экз./га, в 2014 г. - 224 экз./га, в 2015 г. - 181 экз./га, в 2016 г. - 219 экз./га, в 2017 г. - 255 экз./га, в 2018 г. - 176 экз./га, в 2019 г. - 259 экз./га (рисунок 5).

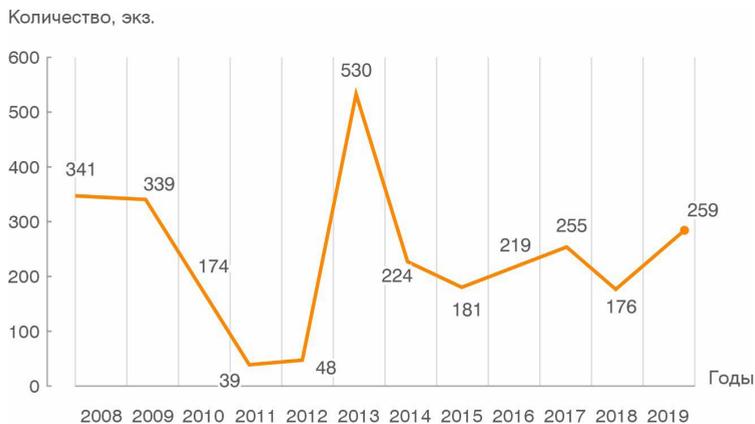


Рисунок 5. Количество отловленных самцов щелкуна крымского на посадках табака с 1 гектара при внедрении разработанной системы, по годам

Для снижения численности личинок жуков-щелкунов – проволочников всех видов, питающихся в почве, рекомендуется проводить прикорневое внесение биологических препаратов на основе грибов *Metarrhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* и *Bacillus thuringiensis* (титр 2,9 – 3,5 x 10⁹ спор/г) при посадке табака в норме расхода 5 л/га совместно с поливной водой. Применяемая смесь биоинсектицидов также способствует снижению численности гусениц подгрызающих совок, которые в отдельные годы приносят серьёзный ущерб высаженным в поле растениям табака. Разработанная система позволяет сократить за 3 - 4 года численность вредящей стадии личинок жуков щелкунов - проволочников до экономически неощутимого уровня и поддерживать при таком подходе численность фитофага ниже уровня ЭПВ, который на табаке составляет 0,3–0,4 личинки/м². При этом поврежденность растений табака проволочниками на участке, где применяются данные приёмы, не превышает 2 – 7 % [6, 7].

По такому же принципу разработана система контроля численности от высоковередоносного фитофага на табаке – хлопковой совки *Helicoverpa armigera* Hbn. Основной системы является «метод самцового вакуума». Для его внедрения в период лёта бабочек совок устанавливается после обозначения начала лёта - 5 феромонных ловушек «Аттракон АА» на гектар. При увеличении численности отловленных бабочек либо добавляют дополнительные ловушки, либо чаще осматривать их с целью замены загрязнённой липкой основы. Исследованиями установлено, что количество ловушек в разные годы может варьировать от 8 до 20 шт./га, при этом требуется от 70 - 106 шт. клеевых вкладышей и около 90 мг синтетического феромона, при норме 2 мг в диспенсере со сроком его действия 30 суток.

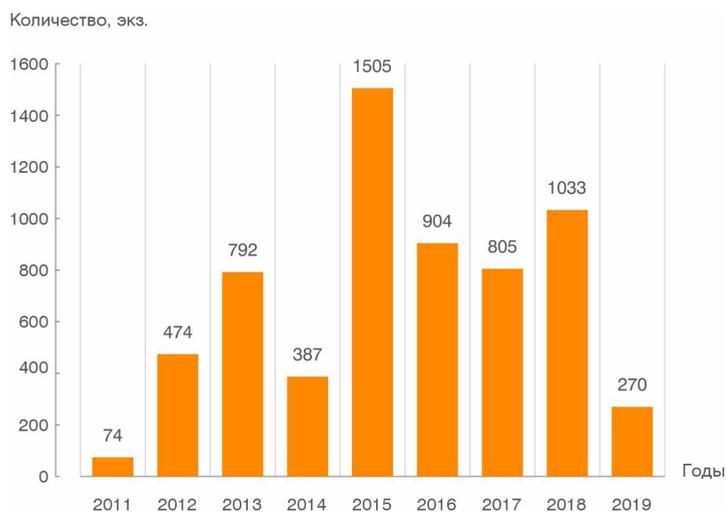


Рисунок 6. Динамика отлова самцов хлопковой совки в посадках табака феромонными ловушками, по годам

При проведении массового отлова бабочек хлопковой совки за периоды лёта с 1 гектара посадок табака отловлено в 2011 г. 74 самца/га посадок табака, в 2012г. – 474 экз./га, в 2013г. – 792 экз./га, в 2014г. – 387 экз./га, в 2015г. – 1505 экз./га, в 2016 г. – 904 экз./га, в 2017 г. - 805 экз./га, в 2018 г. – 1033 экз./га [8], в 2019 г. - 270 экз./га (рисунок 6).

Для повышения эффективности предлагаемого метода по отлову самцов рекомендуется посев ловчей культуры – кукурузы, которая в более ранние сроки привлекает вредителя к кормовым растениям, а также в первые годы внедрения системы, в случае отрождения массового количества гусениц, необходимо проводить обработки биологическими препаратами. При высокой концентрации вредителя (более 1 гусеницы на растение) эффективными являются обработки растений биопрепаратами на основе вируса ядерного полиэдроза хлопковой совки ФермоВирин ХС (4,0 г/га) или Хеликовекс (0,2 л/га) [8,

9]. При необходимости проводят до трех обработок. При низкой численности вредителя (до 1 гусеницы на растении) эффективны отечественные инсектициды Битоксибациллин (на основе *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis*) (2 л/га), Лепидоцид (*Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*) (3 л/га) при однократной обработке по гусеницам младших возрастов [10]. Биологизированная система контроля численности хлопковой совки технологично встраивается в процесс получения семян на коллекционных и селекционных участках табака, подразумевающий изоляцию соцветий. Обработки биопрепаратами возможно проводить при оценке завязывания семян, которую осуществляют селекционеры несколько раз, снимая изолятор с растения.

Важным приёмом для защиты растений табака от вирусных инфекций является регулирование численности сосущих насекомых (тли, трипсы, клопы), питающихся на табаке. Наиболее распространённым вредителем среди них является персиковая тля *Myzodes persicae* Sulz. Фитофаг на растении табака высасывает сок из листьев, бутонов, цветков и семенных коробочек. При сильном заселении вредителем урожайность табака снижается на 20-25%. Для контроля численности сосущих насекомых в России рекомендован всего один химический инсектицид Новактион, ВЭ (малатион, 440 г/л) [2]. Однако для обеспечения достаточного контроля численности насекомых ввиду возможного появления резистентности возникла необходимость в изучении эффективности препаратов, которые успешно применяются на других культурах и могли быть использованы на табаке. Так, трехкратно применённый биоинсектицид Биостоп (в норме расхода 5 л/га) с недельным интервалом, способствовал снижению численности вредителя в среднем на 87% (рисунок 7). Препарат Бикол (5 л/га) за время учетов показал эффективность на уровне 85%. Инсектицид Рапсол (1,2 л/га) защищал посадки табака от тли в пределах 81% [11, 12, 13].

В результате многолетних испытаний средств защиты табачных посадок от сосущих насекомых сложилась комплексная система защиты. Она строится на соблюдении обязательной пространственной изоляции посадок табака до 1000 м от плодовых и овощных культур, повреждаемых персиковой тлей, а также от деревьев абрикос и персиков, на которых зимует вредитель. Также обязательным приёмом является уничтожение сорной растительности, которая является промежуточным хозяином в размножении сосущих вредителей, соблюдение традиционных 8-польных табачных севооборотов, включающих многолетние травы и злаковые культуры. При заселении 20% растений персиковой тлей необходимо осуществлять опрыскивание посадок одним из испытанных биологических препаратов (Бикол, Биостоп или Рапсол) в рекомендуемых нормах расхода в вечернее время. Повторять защитные обработки посадок биопрепаратами с интервалом 10-14 дней до минимального снижения вредителя. Обнаруженные вирусные растения табака необходимо удалять с поля и сжигать.

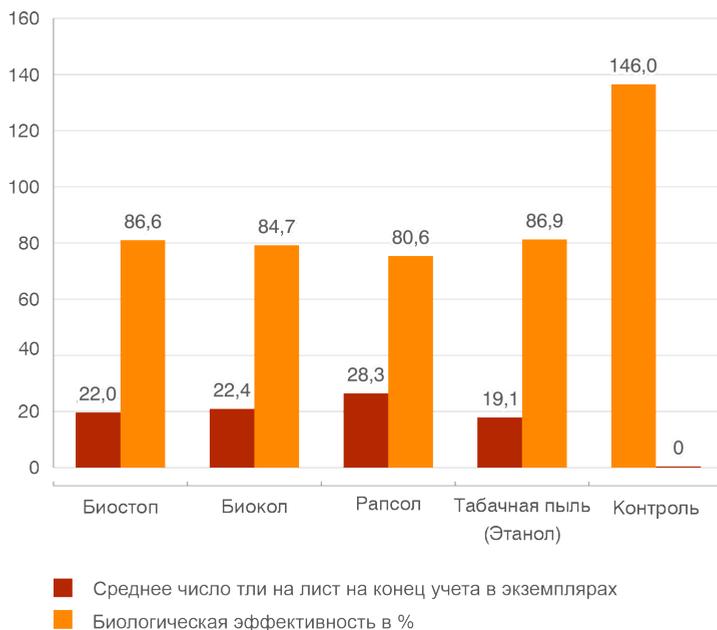


Рисунок 7. Биологическая эффективность биоинсектицидов в борьбе с персиковой тлей *Myzodes persicae* Sulz. на посадках табака

Таким образом, производителям табака предлагается технология возделывания и защиты табака, включающая в себя современные средства и методы, позволяющие получить высокий и качественный урожай табачного сырья, не причиняя вреда окружающей среде и человеку.

Литература

1. Плотникова Т.В., Алёхин С.Н., Соболева Л.М., Сидорова Н.В., Тютюнникова Е.М., Егорова Е.В. Ресурсосберегающая технология возделывания и защиты табака [Электронный ресурс] // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф. (05 - 26 июня 2017 г., г. Краснодар). С. 213-216. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2017/sbornik_conf2017.pdf
2. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. М.: Справочное издание, 2019. 848 с.
3. Соболева Л.М., Плотникова Т.В. Борьба с сорной растительностью при выращивании рассады табака с помощью гербицидов Стомп и Комманд // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (53). С. 33-38.
4. Соболева Л.М., Плотникова Т.В. Сидорова Н.В. Система применения гербицидов при выращивании рассады табака // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2019. № 3. С. 121-125.

5. Плотникова Т.В., Науменко С.А. Феромониторинг шелкуна крымского на посадках табака // Защита и карантин растений. 2012. № 3. С. 43-44.
6. Плотникова Т.В., Соболева Л.М. Эффективность усовершенствованной системы защиты посадок табака от личинок жуков шелкунов - проволочников // Агро XXI. 2014. № 7-9. С. 17-18.
7. Плотникова Т.В. Система защиты табачных посадок от личинок жуков шелкунов – проволочников // Защита растений от вредных организмов: матер. IX междунар. науч. - практ. конф. (17-21 июня 2019 г.). Краснодар: КубГАУ, 2019. С.204-206.
8. Плотникова Т.В., Ишмуратов Г.Ю., Исмаилов В.Я. Система управления численностью актуального фитофага на табаке - хлопковой совки в севообороте органического земледелия // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. № 5. С. 43-51. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-5-6
9. Плотникова Т.В., Саломатин В.А., Ишмуратов Г.Ю., Исмаилов В.Я. Рекомендации по защите сельскохозяйственных культур от хлопковой совки в органическом земледелии (на примере табачного агроценоза) / ФГБНУ ВНИИТТИ. Краснодар, 2019. 23с.
10. Плотникова Т.В., Розинцев К.Е. Применение биологизированных средств в системе защиты табака от хлопковой совки // Аспирант. 2016. № 1. С. 52-55.
11. Соболева Л.М., Плотникова Т.В. Система защиты табака от персиковой тли *Myzodes persicae* Sulz. // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: сб. матер. III Междунар. науч.-практ. конф. (8-19 апреля 2019 г., г. Краснодар) / ФГБНУ ВНИИТТИ. Краснодар, 2019. Ч. 1. С. 486-491.
12. Соболева Л.М., Плотникова Т.В. Биологические средства против персиковой тли на табаке // Защита и карантин растений. 2019. № 6. С. 24-26.
13. Соболева Л.М., Плотникова Т.В. Использование биометода в защите табака от персиковой тли *Myzodes Persicae* Sulz. // Становление и развитие науки по защите и карантину растений в Республике Казахстан //Матер. междунар. науч. конф., посв. 60-летию основания института и 100-летию научных исследований по защите растений в Казахстане. Алматы, 2018. С. 522-525.

References

1. Plotnikova T.V., Alekhin S.N., Soboleva L.M., Sidorova N.V., Tyutyunnikova E.M., Egorova E.V. Resource-saving technology of cultivation and protection of tobacco [Electronic resource] // Innovative research and development for scientific support of production and storage of environmentally friendly

- agricultural and food products: collection of articles. mater. Int. scientific-practical conf. (05 - 26 June 2017, Krasnodar). P.213-216. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2017/sbornik_conf2017.pdf
2. List of pesticides and agrochemicals permitted for use on the territory of the Russian Federation. M.: Reference edition, 2019. 848 p.
 3. Soboleva L.M., Plotnikova T.V. The fight against weeds when growing tobacco seedlings using herbicides Stomp and Command // Bulletin of the St. Petersburg State Agrarian University. 2018. No. 4 (53). P.33-38.
 4. Soboleva L.M., Plotnikova T.V. Sidorova N.V. The system of using herbicides in growing tobacco seedlings // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2019.No. 3. P.121-125.
 5. Plotnikova T.V., Naumenko S.A. Pheromonitoring of the Crimean nutcracker on tobacco planting // Plant protection and quarantine. 2012. No. 3. P.43-44.
 6. Plotnikova T.V., Soboleva L.M. The effectiveness of the improved system of protection of tobacco plantings from the larvae of click beetles - wireworms // Agro XXI. 2014. No. 7-9. P.17-18.
 7. Plotnikova T.V. System of protection of tobacco plantings from the larvae of click beetles - wireworms // Plant protection from harmful organisms: mater. IX int. scientific. - practical. conf. (June 17-21, 2019). Krasnodar: KubGAU, 2019. P.204-206.
 8. Plotnikova T.V., Ishmuratov G.Yu., Ismailov V.Ya. Control system for the number of actual phytophage on tobacco - cotton bollworm in the crop rotation of organic farming // Siberian Bulletin of Agricultural Science. 2019. No. 5. P.43-51.
 9. Plotnikova T.V., Salomatin V.A., Ishmuratov G.Yu., Ismailov V.Ya. Recommendations for the protection of agricultural crops from cotton bollworms in organic farming (for example, tobacco agrocenosis) / FGBNU VNIITTI. Krasnodar, 2019. 23p.
 10. Plotnikova T.V., Rozintsev K.E. The use of biologized agents in the system of protection of tobacco from cotton scoops // Postgraduate student. 2016. No. 1. P. 52-55.
 11. Soboleva L.M., Plotnikova T.V. Tobacco protection system against the peach aphid *Myzodes persicae* Sulz. // Innovative research and development for scientific support of production and storage of ecologically safe agricultural and food products: collection of articles. mater. III Int. scientific-practical conf. (April 8-19, 2019, Krasnodar) / FGBNU VNIITTI. Krasnodar, 2019. Part 1. P. 486-491.
 12. Soboleva L.M., Plotnikova T.V. Biological agents against peach aphids on tobacco // Plant protection and quarantine. 2019. No. 6. P. 24-26.
 13. Soboleva L.M., Plotnikova T.V. The use of a biological method in the protection of tobacco from the peach aphid *Myzodes Persicae* Sulz. // Formation and development of science on plant protection and quarantine in the Republic of Kazakhstan // Mater. int. scientific. conf., dedicated. The 60th anniversary of the founding of the institute and the 100th anniversary of scientific research on plant protection in Kazakhstan. Almaty, 2018. P.522-525.

TRICHODERMA BIOCONTROL AGENTS FOR TOBACCO SEEDLINGS PROTECTION

Gveroska B., PhD, Senior research fellow-Full professor

St. "Kliment Ohridski" University -Bitola, Scientific Tobacco Institute-Prilep,
Republic of North Macedonia, Prilep

Abstract. Tobacco production has intentions to introduce a biological control as contemporary and environmentally friendly plant protection measure.

Rhizoctonia solani is a very destructive pathogen, the causing agent of damping off in tobacco seedlings. Application of biological control is a good way of control, according to all moments that make difficulties in control of this pathogen. Biocontrol activity of some *Trichoderma* species - *T. aureoviride*, *T. hamatum* and *T. harzianum* was investigated *in vitro* - by dual culturing technique and *in vivo* - in greenhouse .

All the three species show the high antagonistic potential and percentage inhibition of radial growth of the pathogen, but the highest value is in *T. harzianum*. In conditions of artificially inoculation with the pathogen, the intensity of a disease was reduced applying the investigated biocontrol agents.

T. harzianum has the best reducing effect on the damping off in all application ways of this biocontrol agent. The intensity of disease was only 5.56% in the application 15 days after sowing, while in the application before sowing and mixed with seeds, there was no disease incidence.

Application of *Trichoderma* by treatment of seed has confirmed as the best application way of the biocotrol agents.

Biocontrol activity of these *Trichoderma* species enables them to be used in the biological control against *R. solani* in tobacco seedling protection.

Keywords. Biological control, *Rhizoctonia solani*, *Trichoderma aureoviride*, *Trichoderma hamatum*, *Trichoderma harzianum*, atagonistic potential, control.

Introduction

Fungal diseases are among the most important factors that cause serious losses of tobacco yield each year. Damping off is a very destructive disease in production of tobacco seedlings. The most common causing agent of the disease is *Rhizoctonia solani* - pathogenic fungus that attacks the lower part of the stalk, after which the tissue becomes necrotic and dies, making further growth of the plant impossible. Considering the importance of good quality seedlings, the damage to the total production of tobacco is enormous.

Protection from the disease includes fungicides, but the long-term use of chemicals leads to resistance to the pathogen and very often chemical control is inefficient and uneconomic. They also cause adverse effects on human health and the environment. Therefore, scientific approach to disease control is directed toward finding alternative means.

Biological control offers an environmentally friendly approach to the management of plant disease and can be incorporated into cultural and physical controls and limited chemical usage for an effective integrated pest management (IPM) system (Monte, 2001).

Majorities of biocontrol products are applied against seed borne and soil borne fungal pathogens, including the casual agents of seed rot, damping –off and root rot disease (Heydari and Pessarakli, 2010).

Fungi of the genus *Trichoderma* are one of the most popular biocontrol agents. Living in the soil and in root systems, they activate numerous biocontrol mechanisms to attack the pathogen. It is believed that antibiosis, mycoparasitism and competition for food are the main mechanisms in biological control. On the other hand, they have a stimulating influence on root and plant development.

Trichoderma spp. are broadly effective across a range of plant species. They control a wide range of plant pathogens, including fungi, oomycetes, bacteria, and one virus (Harman, 2004, 2006). They act against important soilborne plant pathogens. *Trichoderma* strains as an alternative to hazardous fumigants and fungicides (Monte, 2001).

Rhizoctonia root rot is difficult to control because it survives for many years as sclerotia in soil or as mycelium in an organic matter under numerous environmental conditions (Grosh et al., 2003). The fungus has a wide host range, ie, limited rotational controls, there are no resistant cultivars and the fungus can grow and survive without a live plant host – it has “saprophytic ability.” It cannot be eliminated but can be suppressed to a level that doesn’t cause economic loss.

Since that, the chemical control is not always effective. Therefrom, biological control is an acceptable and effective means of disease management, since microbial organisms can control resistant pests and reduce the possibility of development of further resistance (Brimmer and Boland, 2003). The use of microorganisms that can grow in the rhizosphere are ideal for use as biocontrol agents against soil-borne pathogens, since the rhizosphere is available for combined biocontrol mechanisms and the other interactions that contribute to general suppression (Heydari and Pessarakli, 2010). The efficacy of *Trichoderma* species against soil fungal diseases is greater than fungicides and lasts longer.

Application of biological control against *R. solani* is a contemporary measure of protection, against all other preventive measures which proved unsuitable and inefficient due to the large number of hosts of this pathogen, the ability to survive in soil, etc.

Many *Trichoderma* species have antagonistic effect against *R. solani* and are successful in biological control of this pathogen. Therefore, the aim of this work is to evaluate the impact of some *Trichoderma* species on pathogen’s growth at in vitro conditions, and also their effect in reducing the severity of the damping off disease.

Material and methods

In vitro investigations. Pathogenic fungus *Rhizoctonia solani* was isolated from infected plant material. *Trichoderma* species were obtained from the collection of Scientific Tobacco Institute - Prilep.

These investigations were conducted by the method of dual cultures. 5 mm fragments both from the 10-day culture of the pathogen and from *Trichoderma* species were placed in the center of each half of the Petri dish on PDA (potato dextrose agar) as nutrient medium.

Pure cultures of *R. solani* and each *Trichoderma* control agent were used as a check.

The experiment was set up in three replications, with five Petri dishes for the check and dual cultures. Incubation was performed at 25° C and the diameter of the colony was measured each day during the 7-day incubation interval.

Relative growth of the pathogen was calculated by the method of Mello and Faul (2000), based on the values of pathogen's diameter in the presence of biocontrol agent. The percentage of reduction of pathogen's growth was determined according to the formula of Mishra (2010). Estimation was made by taking the values for diameter of pathogen's colony in the presence of biocontrol agent at the time of placing the pathogen in the control Petri dishes, i.e. on the fifth day.

Atagonistic potential of the biocontrol agents was estimated according to the formula of Simoes et al. (2012).

In vivo investigations. These investigations were made in biological laboratory, using seedlings of tobacco variety P23. Nine pots were sown for each variant of the three biocontrol agents; 27 pots for each biocontrol agent. The trial was set up in two replications.

Each variant is the way of application of the each *Trichoderma* species. The ordering number of variants is:

1, 2, 3 - *T. harzianum*; 4,5,6 - *T. hamatum* and 7,8,9 - *T. aureoviride*.

Application of the biocontrol agent was performed in three ways:

- over the soil, before the sowing
- by seed (stored 48 hours with the biocontrol agent)
- 15 days after sowing.

The check represents inoculation with the pathogen only.

Table 1. Treatments and variants

Variant	Vegetative period of tobacco seedlings		
	Sowing	After 15 days	Inoculation
Before sowing	T	T	T + R
With seed	T	T	T + R
After sowing	-	T	T + R
Check Ø	-	-	R

T- *Trichoderma*; R- *R. solani*

Inoculation was carried out before the rapid growth stage (along with the third i.e. second application of biocontrol agent), with suspension made of pure culture of the pathogen (one Petri dish in 100 ml distilled water /pot). Variants and the applied treatments are presented in Table 1.

The occurrence and growth of the disease was followed daily, and the percentage of infected area was evaluated 10 days after inoculation. These results are presented in Figure 8.

Results and discussion

In vitro investigations. Pure cultures of pathogens and *Trichoderma* species are presented in Figure 1-4.

Development of the pathogen compared with the three species of *Trichoderma* (in controls) on the first day of incubation has an advantage. But by the second day the situation is changing towards *Trichoderma*. They already fill the petri box up to the third day.

There are the same situation when the pathogen develops in the presence of biocontrol agents. It lags behind in growth, while the three *Trichoderma* species occupy half of the petri box (Table 2). Their reducing effect is already being expressed, which is not entirely in line with any claims that inhibition of *R. solani* development in double cultures occurs soon after contact with the antagonist. It can be concluded that *Trichoderma* sensed the presence of target fungi and appeared to grow tropically towards them. However, it was noticed that when they are together, endochitinase gene is activated before they come into contact, while activation of exochitinase occurs only after contact. Also, the degraded cell wall fragments of target fungi are highly potent inducers of enzymes, induction, an enhancement in *Trichoderma* growth (Harman, 2006).

Table 2. Growth of colonies during incubation (mm)

Variant	Days						
	1	2	3	4	5	6	7
	Diameter (mm)						
<i>R. solani</i> in <i>T. harzianum</i>	17.2	21.6	35.0	36.0	36.4	38.4	39.8
<i>R. solani</i> in <i>T. hamatum</i>	24.0	29.6	37.4	40.0	45.8	46.0	46.3
<i>R. solani</i> in <i>T. aureoviride</i>	1.8	22.6	32.8	38.6	40.3	41.7	42.8
Ø <i>R. solani</i>	19.8	46.4	67.6	88.2	110.0	110.0	110.0
Ø <i>T. harzianum</i>	13.0	53.2	108.0	110.0	110.0	110.0	110.0
Ø <i>T. hamatum</i>	13.8	58.4	105.4	110.0	110.0	110.0	110.0
Ø <i>T. aureoviride</i>	13.8	51.6	108.2	110.0	110.0	110.0	110.0

Rapid development is characteristic of the fungi of the genus *Trichoderma*. When the spatial and temporal advantage of the pathogen was disabled, further development has stopped after the contact with *Trichoderma*. Even in the completely developed culture this biocontrol agent develops normally, sporulates and uses its nu-

trients. In this way, it reduces the pathogen's development involving known biocontrol mechanisms (Гвероска, 2009). This confirms the results of these research, i.e. this property is the basis for activation and realization of all control mechanisms that stop the development of the pathogen.



Figure 1. *R. solani*-pure culture



Figure 2. *T. harzianum*-pure culture



Figure 3. *R. solani*-pure culture
T. hamatum-pure culture



Figure 4. *T. harzianum*-pure culture
T. aureoviride-pure culture

The antagonistic activity of *Trichoderma* sp. in culture is expressed by reducing the growth of test fungi and rapid growth of the antagonist, which multiplies on the pathogen colony (Миркова, 1982; loc cit Гвероска, 2009). Such a situation can be ascertained in these studies, too. The three biocontrol agents develop very rapidly but *R. solani*, slightly.

Among them, the weakest development was identified in the presence of *T. harzianum* and the best in *T. hamatum*. Their development is taking smoothly, over the pathogen culture, passing and covering it (Fig. 5-7).

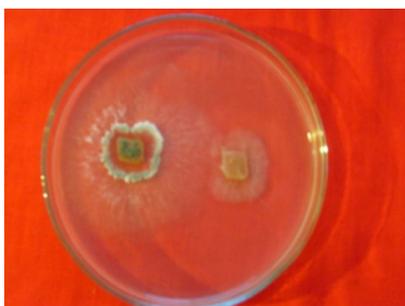


Figure 5. Dual culture of *R. solani* and *T. Harzianum*
(on the third day and at the end of incubation)

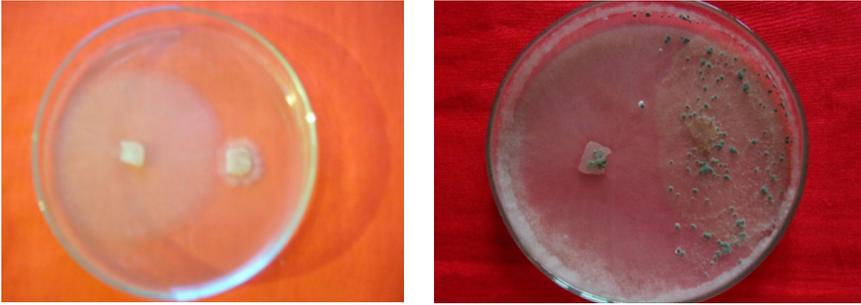


Figure 6. Dual culture of *R. solani* and *T. hamatum* (on the third day and at the end of incubation)

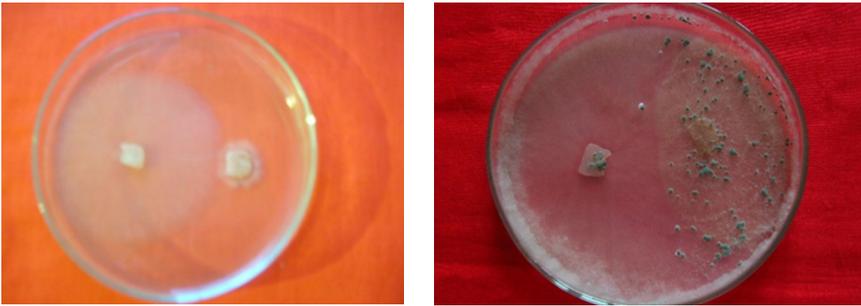


Figure 7. Dual culture of *R. solani* and *T. aureoviride* (on the third day and at the end of incubation)

Trichoderma expresses a reducing effect over both volatile and diffusible. Generally, the diffusible metabolites have a bigger reducing effect than the volatile ones (Küçük and Kivanç, 2003; Gveroska and Ziberoski, 2012). According to Table 3, the pathogen has the weakest relative development in the presence of *T. harzianum*, and the best in *T. hamatum*. Consequently, the percentage of pathogen reduction is the highest in *T. harzianum* and the lowest in *T. hamatum*.

Table 3. Effect of the Trichoderma species on the *R. solani*

Variant	Relative growth of the pathogen in the presence of Trichoderma	Percentage reduction of pathogen's growth in the presence of Trichoderma	Atagonistic potential of the biocontrol agents
<i>R. solani</i> in <i>T. harzianum</i>	33.10	66.91	83.46
<i>R. solani</i> in <i>T. hamatum</i>	41.64	58.36	79.18
<i>R. solani</i> in <i>T. aureoviride</i>	36.59	63.40	81.70

In the in vitro conditions they are capable of activating the mechanisms of bio-control activity. The three Trichoderma species have a strongly expressed antagonistic potential. Among them, *T. harzianum* is characterized by the highest value (Table 3).

In vitro results confirm that the three species of *Trichoderma* with their bio-control mechanisms show antagonistic activity to the *R. solani*. *Trichoderma* sp. in vitro inhibits the growth and sporulation of several soil-borne plant pathogenic fungi. Trichodermal antagonism may involve mycoparasitism, antibiosis -antimicrobial metabolites and volatile compounds and competition for food and space (Okhovvat, 1997).

In vivo investigations. *Trichoderma* species are effective to *Rhizoctonia solani*. In the investigations of Singh and Chand (2006), two *Trichoderma* species has taken maximum reduction of a *Rhizoctonia solani* colony in lab conditions and maximum control of disease in bio laboratory. Biological control effect of *Trichoderma* sp. on *R. solani* is confirmed by Leach and Gaber (1970), Lewis et al. (1998), Monte (2001), Küçük and Kivanç (2003), Harman, (2000,2004,2006), Shalinni (2006). These claims are confirmed in these studies. Therefore, in vitro results were also confirmed in the in vivo conditions (Figures 8-12).

According to Fig. 8, the intensity of attack from the damping off disease in variants where *Trichoderma* is applied to the soil before sowing is the highest in *T. hamatum*, whereas in *T. harzianum* there is no disease occurrence.

The same situation is in *Trichoderma* application 15 days after sowing - the highest intensity of attack was observed in *T. hamatum* and the least in *T. harzianum*.

When the biocontrol agent is applied together with the seed, in *T. harzianum* has no disease at all. But in the other two species of *Trichoderma* there is a better situation, too. However, *T. hamatum* shows a smaller effect in reducing intensity compared to *T. aureoviride*.

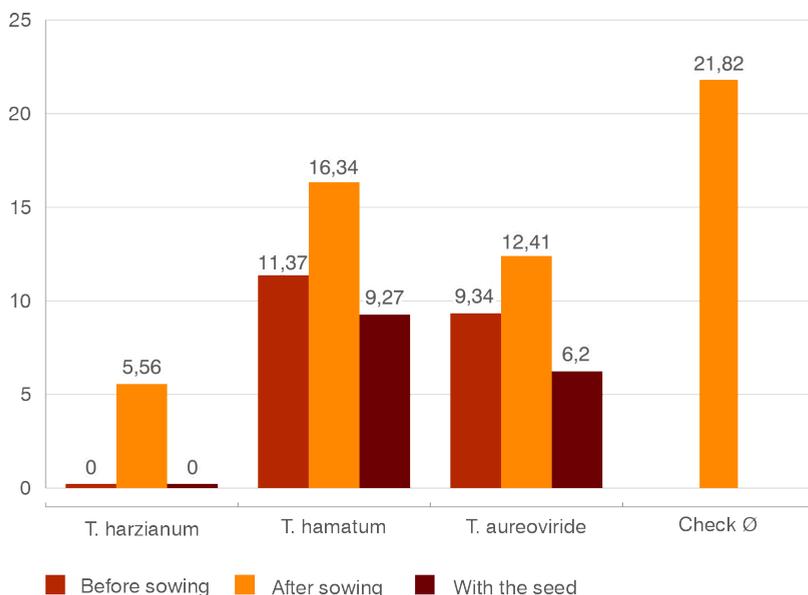


Figure 8. Intensity of disease attack depending on *Trichoderma* species and mode of application

Comparing the variants i.e. the *Trichoderma* application modes, the highest intensity of disease was observed 15 days after sowing. The reason for this situation is the smaller population of biocontrol agents. In this case, one less application has been performed than in the other variants. The biggest quantity of *Trichoderma* sp. has a good reducing effect on damping off disease in tobacco (Gveroska, 2013). Aziz et al. (1997) also found that application of *Trichoderma lignorum* as a seed coating or wheat bran preparation greatly reduced the number of bean seeds infested by *Rhizoctonia solani*, and the percentage of healthy seeds reached 92%.

Application of the biocontrol agent on the soil, before the sowing have better results than the previous one (Fig. 10, 11). These results are in accordance with findings of Heydari and Pessarakli (2010) that application of biocontrol agent to soil at the site of seed placement is one of the most- used procedures for achieve successful control.

Seed treatment has showed the best effect (Fig. 12). The lowest intensity of disease was observed in the three *Trichoderma* species. These application ways have the best results to reduce the damping off in seedlings. It is confirmed by Gveroska (2013). When the biocontrol agent is added as a seed treatment, the best strains colonize a root surface, even when root meter or more below the soil surface, and they can persist at useful numbers up to 18 months after application. Some strains establish robust and long-lasting colonization of root surfaces and penetrate into the epidermis and a few cells at this level (Harman, 2004).

When *Trichoderma* is used as seed treatment, it has been effective in protecting several major crops against fungal pathogens (Heydari and Pessarakli, 2010). The use of antagonistic microorganisms to *R. solani* applied as treatment of seed or soil, have been demonstrated to control a variety of cultures in the greenhouse and field studies Goes et al. (2002). These claims are confirmed in the investigations for tobacco seedlings.



Figure 9. Symptoms of damping off disease in tobacco seedlings



Figure 10. The effect of the application of *T. aureoviride* on attack intensity (left – check; right – before the sowing)



Figure 11. The effect of the application of *T. harzianum* on attack intensity (left-before sowing; right-after sowing)



Figure 12. The effect of *T. harzianum* on the intensity of damping off disease (left - check; right - with seed)

Biocontrol agent *T. harzianum* achieved the best success in control of the disease.

T. harzianum produces a high concentration of lytic enzymes - chitinases, glucanases, cellulases, which degrade cell walls, as well as survival structures such as sclerotia and chlamydospores. Therefore, it ensures its high level of mycoparasitism (Cherif et al., 1990; Elad et al., 1983; Monte, 2001). It can produce lytic enzymes and antifungal antibiotic, it can be competitors of fungal pathogens and, it promotes plant growth (Harman, 2000, 2006).

According to Küçük and Kivanç (2003), different mechanisms might be responsible for biocontrol in different plants and with different pathogens. Although there are different pathogens, obviously the most important mechanisms - competition, antibiosis and mycoparasitism and they are efficient through the mutual action. The mechanisms are integrated and what has been defined as biocontrol is the final result of different mechanisms acting synergistically to achieve disease control.

T. harzianum is a strong BCA and the base of many commercial products. It is widely used for disease control instead of chemical fungicides because it is safer to use for growers, its disease control effect last longer than those of synthetic chemical pesticides –so it is less costly than chemical fungicides-and root growth can be as good, or better, than that achieved using pesticides (Harman et al., 2004).

Conclusions

- Relative growth of *R. solani* at in vitro conditions ranged from 33.10% in the presence of *T. harzianum* to 41.64% with *T. hamatum*.
- Percentage of reduction of pathogen's growth ranged 58.36% - 66.91%.
- *T. harzianum* showed the highest inhibition of growth of *R. solani*.
- In conditions of artificial inoculation with the pathogen, the intensity of disease attack was reduced by application of biocontrol agent.
- The percentage of infected area depends by the mode of application of biocontrol agent. The worst results has the application 15 days after sowing in all three *Trichoderma* species.

- Seed stored 48 hours in culture of the biocontrol agent is the best way of application.
- *T. hamatum* has the smallest effect in control of the disease. *T. aureoviride* has the better, but the smaller than *T. harzianum*.
- *T. harzianum* had the highest reducing effect on the occurrence of damping off disease in all modes of application of biocontrol agent.

References

1. Monte E. Understanding Trichoderma: between biotechnology and microbial ecology //Int. Microbiol. 2001. Vol. 4. Pp. 1-4.
2. Heydari A., Pessaraki M. A Review on Biological Control of Fungal Plant Pathogens Using Microbial Antagonists //Journal of Biological Sciences. 2010. 10. Pp. 273-290.
3. Harman G., Howell C., Viterbo A., Chet I., Lorito M. Trichoderma species-opportunistic, avirulent plant symbionts// Nature Review Microbiology. 2004. Vol. 2. Pp. 43-56.
4. Harman G.E. Overview of Mechanisms and Uses of Trichoderma spp. // Phytopathology. 2006. Vol.96. Pp.190-194.
5. Grosh R. Report: Biological control of *Rhizoctonia solani* in organic farming with bacterial and fungal antagonists// Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau, Bundestalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). 2003.
6. Brimer T.A., Boland G.J. A review of the non-target effect of fungi used to biologically control plant diseases// Agriculture, Ecosystems and Environment. 2003. 100. Pp. 3-16.
7. Mello I.S., Faul J.L. Parasitism of *Rhizoctonia solani* by strains of *Trichoderma* spp. //Scientia Agricola. 2000. 57. Pp. 55-59.
8. Mishra V.K. In vitro antagonism of *Trichoderma* species against *Pythium aphanidermatum* // Journal of Phytology. 2000. 2. Pp. 28-35.
9. Simoes M.L.G., Tornisielo S.M.T., Niella G.R., Tapua D.M.T. Evaluation of *Trichoderma* spp. for the control of *Moniliophthora perniciosa* Subgroup 1441 // Journal of Biology and Life Science. 2012. 3. Pp.18-36.
10. Гвероска Б. Влијание на *Trichoderma* sp. врз развојот на причинителот на сечењето кај тутунскиот расад – *Rhizoctonia solani*. // Тутун /Тобаско. 2009. 59 (1-2). С. 30-36.
11. Küçük Ç., Kivanç M. Isolation of *Trichoderma* spp. and determination of their antifungal, biochemical and physiological fetures //Turk J. Biol. 2003. 27. Pp. 247-253.
12. Gveroska B., Ziberoski J. *Trichoderma harzianum* as a biocontrol agent against *Alternaria alternata* on tobacco //Applied Technologies and Innovations. 2012. Vol. 7, Issue 2. Prague Development Center. Pp. 67-76.

13. Okhovvat M. In vitro antagonistic effects of *Trichoderma* spp. on several soil-borne plant pathogenic fungi // *J.Sci.I. R.* 1997. Iran, 8. Pp. 86-95.
14. Singh S., Chand H. Screening of bioagents against root rot of mung bean caused by *Rhizoctonia solani*// *Commun Agric Appl Biol Sci.* 2006. Vol. 71, No 4. Pp. 33-35.
15. Leach L.D., Gaber R.H. Control of *Rhizoctonia solani*. In - *Rhizoctonia solani: Biology and pathology.* J.R. Parmeter Jr., The University of California Press, Berkley, 1970. Pp. 189-199.
16. Lewis J.A., Larkin R.P., Rogers D.L. A formulation of *Trichoderma* and *Gladiolium* to reduce damping-off caused by *Rhizoctonia solani* and saprophytic growth of the pathogen in soilless mix // *Plant Disease.* 1998. 82. Pp. 501-506.
17. Harman G.E. Myths and dogmas of Biocontrol. Changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum*. T 22 // *Plant Disease.* 2000. 84. Pp. 377-393.
18. Shalini K.P., Narayan Lata and Kotasthane A.S. Genetic relatedness among *Trichoderma* isolates inhibiting a pathogenic fungi *Rhizoctonia solani* // *African Journal of Biotechnology.* 2006. Vol 5, No 8. Pp. 580-584.
19. Gveroska B. Relationships of *Trichoderma* spp. quantity in soil to reducing the damping off in tobacco seedlings // *Bulgarian Journal of Agricultural Science.* 2013. 19 (No 4). Pp. 671-679.
20. Aziz N.H., El-Flouly M.Z., El-Essaway A.A., Khalat M.A. Influence of bean seedling root exudates on the rhizosphere colonization by *Trichoderma lignorum* for the control of *Rhizoctonia solani* // *Botanical Bulletin of Academia Sinica.* 1997. Vol. 38. Pp. 33-97.
21. Goes L.B., Lima da Costa A.B., Freire L.L.C., Oliveria N.T. Randomly amplified polymorphic DNA of *Trichoderma* isolates and antagonism against *Rhizoctonia solani* // *Braz. arch.biol.technol.* 2002. 45 (2).
22. Cherif M., Benhamou N. Cytochemical aspects of chitin breakdown during the parasitic action of a *Trichoderma* sp. on *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* // *Phytopathology.* 1990. 80. Pp. 1406-1414.
23. Elad Z., Chet I., Bozle P., Henis Y. Parasitism of *Trichoderma* spp. on *Rhizoctonia solani* and *Sclerotinia rolfsii*- scanning electron microscopy and fluorescence microscopy // *Phytopathology.* 1983. 73. Pp. 85-88.

RESEARCH EFFECT OF POTATO VIRUS Y ON GROWTH, YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF FLUE-CURED TOBACCO IN NORTH OF VIETNAM

Chin N.V., Thai N.H., Thuy N.T.
Vietnam Tobacco Institute

Abstract. The effect of potato virus Y on growth, yield and chemical composition of flue-cured tobacco cultivars C9-1 and GL7 was primarily determined by time of inoculation from 15, 25, 35, 50 and 60 days after transplant with C9-1 and GL7 varieties. The result of the experiment showed tobacco plants that were infected with Potato virus Y early from 15, 25 and 35 days after planting, seriously affected growth, yield and quality of tobacco. In this stage, tobacco plants are very sensitive to disease with rates of death plants from 13,3 – 16,6% on both experimental varieties. For C9-1, early inoculation (15, 25 and 35 days after transplanting) caused height reduction of plants from 47,4 - 62,0% and yield reduction of 45,9% - 58,6%. The same to C9-1, GL7 caused height reduction of plants from 57,0 – 73,8% and yield reductions of 49,4 - 58,9% when inoculation 15 - 35 days after transplanting. PVY also modified the chemical composition of flue-cured leaves. Nicotine content was always lower in cured leaves from diseased plants than in cured leaves from healthy controls, especially when inoculating from 15 - 35 days transplanting with nicotine content reduced from 21,8% to 42,9% and sugar from 6,1% to 56,5%.

Keywords. Tobacco, virus PVY, growth, yield, chemical component.

Introduction

Potato Virus Y (PVY) is the type member of genus Potyvirus and one of the most common species and the most pernicious of Potyvirus (Ward và Shukla, 1991). PVY has a wide host range and infects several important solanaceous crops, including potato, tomato, tobacco... (Gray et al., 2010). On tobacco plants, PVY was transmitted by aphid, in there, *M. persicae* is essential transmission (Kanavaki et al., 2006). PVY has caused significant losses on tobacco plants in several countries such as Chile, Hungary, Spain. Losses could average 25 – 45% the cash value in tobacco crops. PVY has also caused significant damage in the United State of America (Gooding et al., 1985). The symptom on infected tobacco plants with PVY is a clearing of the veins of the youngest leaves, after yellowing and necrosis. PVY has three main groups of strains as PVY0, PVYN and PVYC, in there, PVY0 is a popular strain on the tobacco field.

Following surveying results of the Vietnam Tobacco Institute in recent years had showed that PVY has tended to increase in the tobacco field in northern Vietnam. In the stage 2015 – 2016, the disease occurs in Bac Son district, Lang Son province and Bac Giang province with the rates of disease from 20 - 36%. In 2017, the disease mainly caused damage in Bac Son and Chi Lang districts, Lang Son province with the disease rates of 9,7 – 13,5%. Many tobacco growing areas in Lang Son were infected 100%. The early tobacco season was infected seriously with disease rates ranging from 10,0 to 80,0%, main season was from 8,0 to 10,0% and late season was from 1,8 to 2,0%.

In Vietnam, there are four strains of PVY infection in tobacco plants in northern Vietnam, including PVY0, PVYC, PVYNTN and a new PVY strain that is not present at genetic bank of NCBI and similar to strain damaging potato in China. PVY0 is the most popular strain in all tobacco growing regions. Bac Son – Lang Son has the most genetic diversity with 4 strains (PVY0, PVYC, PVYNTN, a new PVY strain), Chi Lang – Lang Son with 2 strains (PVY0, PVYC), Bac Giang province with 2 strains (PVY0, new PVY), Cao Bang and Bac Kan provinces is PVY0.

The objective research of the project is to evaluate the effects of time of PVY inoculation on the growth, yield and chemical composition of tobacco plants, thereby deciding some appropriate disease controls.

Materials and methods

Cultivar C9-1 and GL7 were the tobacco flue-cured commercial varieties in Vietnam used in this study. The experiment was placed in Bac Giang province where was often severely infected with PVY. The infected tobacco plants with typical disease symptoms of PVY were collected and planted in a net house to reserve initial inoculation disease sources in this study.

The artificial inoculation on tobacco plants in the field was performed in 2017. Both tobacco varieties (C9-1 and GL7) were sown on free pathogen nursery and quarantined with vector insects by insect nets. When the seedlings reached 4 - 6 leaves to plant them in the experimental field. Rates of fertilizers were used for experiment such as 70N: 140P2O5: 210K2O kg/ha with N in the form of NH₄NO₃. Tobacco plants of experiment were cultivated with space between the rows 110 cm and plants 50 cm. Around the experiment was planted 3 rows with GL7 variety to protect and limited the vector insects entering and transmitting virus to the experimental area. Each treatment inoculated 10 plants in the middle of row, and between inoculative rows were planted a tobacco row. Tobacco plants were infected in stages 15 (4 - 5 leaves), 25 (6 - 8 leaves), 35 (8 - 10 leaves), 50 (18 - 20 leaves) and 60 (22 - 24 leaves) days after transplanting. The control plants were not infected with artificial disease. The experiment was sprayed pesticide with 6 days/one times from the stage 3 - 4 leaves to 10 - 14 leaves with AIC Midae 100WP (Imidacloprid), the amount of spraying 18grams/18 liters of water to control aphids. The treatments were replicated three times with a randomized block design.

Inoculation method (Roger Hull, 2009): The infected leaves with PVY were ground in potassium phosphate buffer with 1gram infected leaf/2ml buffer (0,1M and pH = 7). Using absorbent cotton soaked in the disease solution and rubbed gently on the leaf surface of 3 young leaves from the leaf stalk to the leaf tip. Before to inoculation, the three young leaves of experimental plants were blown with Carburundum 600 mesh. Each treatment were inoculated 15, 35, 50 and 60 days after transplanting. Control plants were not inoculated. The inoculative leaves were washed with distilled water after 15 - 20 minutes inoculation.

Technical process of cultivation such as planting, fertilizing, cultivating, watering, picking and curing followed the technical process of producing flue cured tobacco 10TCN 618 – 2005 of Vietnam.

The trials were monitored weekly beginning after inoculation until cutting top with some facts such as biological and economical leaves, height of plants, yield, dry weight of cured leaves were taken from all leaves harvested from 30 plants per treatment, analyzing chemical component following some standards of Vietnam and Coresta (Nicotine: TCVN 7103: 2002 (ISO 2881:1992), sugar: TCVN 7102: 2002 and Coresta 38:1994.

% reduction of treatments and control by formula: $(\text{Infected treatment} - \text{Control}) / \text{Control} \times 100$. The yield and grade index were determined from cured tobacco leaves. Collected data was treated by softwares such as Excel, Statistix 8.2.

Results and discussion

Effect on the level of infection with PVY in cultivars C9-1 và GL7

All inoculated plants had symptoms of characterized by chlorotic mottle and veinbanding, followed by leaf distortion and necrotic lesions primarily on midrib vein at inoculating stages of 15, 25, 35, 50 và 60 days after transplanting. Symptoms appeared on both C9-1 and GL7 about 9 days after inoculation. Cultivar C9-1 was infected more severely than GL7. The infected plant was more slowly growing than health plants. Tobacco plants that were infected 15 and 25 days after transplanting had highly rate of death. Rate of dead plants of cultivar C9-1 were 16,6% and cultivar GL7: 13.3%. After 35, 50 and 60 days of infection, tobacco plants appeared with 100% symptom, but all plants did not die (Table 1, Fig. 1).

Tobacco plants infected with PVY at 15, 25 and 35 days after planting were severely damaged with symptoms of necrotic vein banding and midrib vein; Infected leaves were small, deformed and died; The infected plants stunted, poorly grown, and then died. After 50, 60 days of inoculation, infected plants were light mosaic symptoms in vein banding of young leaves and did not affect on the growth of plants.

The infected tobacco plants in March were damaged more severely than in April and May. In March, tobacco plants were seriously infected with symptoms of necrotic veins, small leaves and many dead leaves, infected plants stunted, grewed poorly and died. Tobacco plants inoculated in April and May had light symptoms and little affected growth of plants. Because in March, the cool weather (Temperature: 18 – 20°C), and low light were favorable for potato virus Y and aphids to severely damage tobacco plants, and this stage coincided with a period when tobacco plants were susceptible to the disease. In April and May with high temperature (Temperature: 25 – 26°C) and strong light were less favorable for virus and aphids damaging on the field.

Table 1. Effect of inoculation time on rate of disease and death of tobacco flue-cured cultivars C9-1 and GL7

Inoculation date	Growth stage (leaves)	Total number of inoculating plants	% infected plants	Rates of death plants (%)*	
				C9 - 1	GL7
15	3 - 4	30	100	3,3	0
25	4 - 6	30	100	13,3	13,3
35	8 - 12	30	100	0	0
50	18 - 20	30	100	0	0
60	22 - 24	30	100	0	0
Sum				16,6	13,3

* Rate of dead plants were checked at cutting top stage

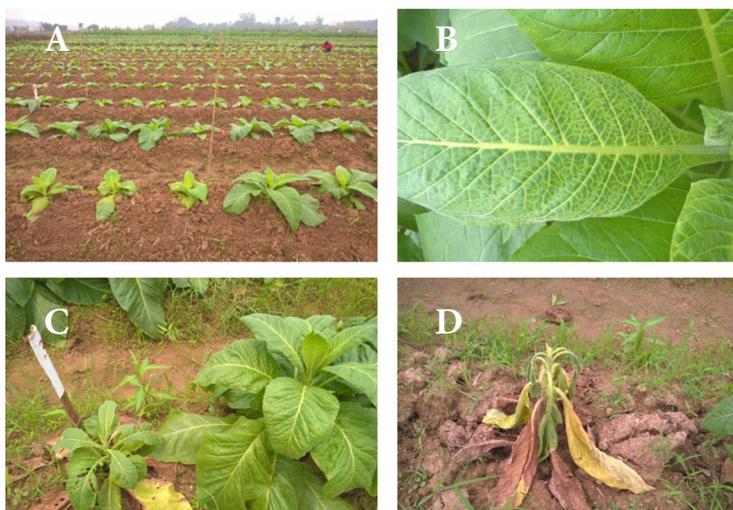


Figure 1. A: The experimental field, B: Initial symptom of PVY, C: The infected plant and health plant when were infect at 15 - 25 days after transplanting, and D: Death plant by PVY

Effect on leaf number and plant height

Table 2 showed that the infected tobacco plants influenced the number of biological leaves, economic leaves and height of the plants in both cultivars of tobacco C9-1 and GL7.

Biological leaves: The number of biological leaves were decreased the most strong when plants were infected in the period of 15 - 25 days after transplanting with rates of decrease from 35,8 – 38,0% with the variety C9-1 and from 38,3 - 42,5% for the variety GL7, and rates of decrease was statistically significant with the control. Tobacco plants were inoculated in the period of 50 - 60 days after transplanting, number of biological leaves were lightly reduced from 3,5 - 4,2% with the variety C9-1 and from 1,0 – 1,6% for the variety GL7, and was not statistically significant with the control.

Economical leaves: Number of economic leaves were decreased strongly when plants were infected 15, 25 days after planting with proportion of 42.9% and 41.7% for variety C9-1; and 44% and 48,9% for the cultivar GL7. Tobacco plants were infected either 50, 60 days after planting, number of economic leaves were decreased lightly from 1,7 – 2,0% in both study cultivars.

Table 2. Effect of potato virus Y on leaves and plant height of tobacco flue-cured cultivars C9-1 and GL7

Inoculation date	Biological leaves/plants	% Reduction	Economical leaves/plants	% Reduction	Height (cm)	% Reduction
Cultivar C9-1						
15	19,1 ^c	38,0	16,5	42,9	34,6 ^c	60,3
25	19,8 ^c	35,8	16,8	41,7	33,1 ^c	62,0
35	23,8 ^b	23,0	20,6	28,5	51,1 ^b	41,4
50	29,6 ^a	4,2	27,6	4,4	84,4 ^a	3,2
60	29,8 ^a	3,5	28,3	1,7	85,5 ^a	1,9
Control	30,9 ^a	-	28,8	-	87,2 ^a	
Cultivar GL7						
15	18,6b ^c	38,2	15,8	44,0	30.2b ^c	64,7
25	17,3 ^c	42,5	14,4	48,9	22.4 ^c	73,8
35	21,1 ^b	29,8	17,8	36,6	36.8 ^b	57,0
50	29,6 ^a	1,6	27,5	2,4	71.2 ^a	16,7
60	29,7 ^a	1,0	27,6	2,0	77.0 ^a	9,9
Control	30,0 ^a	-	28,1	-	85.5 ^a	

Plant height: Similar to leaves, height of plants were reduced from 60,3 - 62,0% with the cultivar C9-1 and from 64,7 - 73,8% for the cultivar GL7 when plants were inoculated in the period 15 - 25 days after planting. The infected tobacco plants at 50, 60 days after transplanting, plant height was slightly reduced and was not different with statistically significant comparing with the control.

As a study result, we came following conclusion the tobacco plants were infected early in the period from 15, 25, 35 days after transplanting influenced severely the number of biological leaves, economic leaves and height of the plant, special for the height of plants in both cultivars of C9-1 and GL7 tobacco cultivars. When the infected plants after 50 days transplanting little effected on number of leaves and plant height.

Effect on the leaf size

Results of table 3 showed the effects of PVY on leaf size of both cultivars related to the time of inoculation. The most detrimental effects were observed on leaf size number 5 and 10 when plants were infected either 15, 25 and 35 days after transplanting. For instance, width, length of leaf number 5 of C9-1 were reduced 62%; 68,4%

and 64,3%; 63,7% for leaf number 10. For GL7, width, length of leaf number 5 were reduced 62,2%; 68,3% and 56,5%; 59,7% for leaf number 10. When tobacco plants were inoculated with PVY in the period of 25 – 35 days after transplanting were the most detrimental effects on leaf number 10, such as width of leaf number 10 of C9-1 was reduced form 62,9% - 66,8%, in there, leaf number 5 was only reduced from 35,2 – 37,3%. Similarly, width of leaf number 10 of GL7 was reduced form 53,6% - 58,8%, in there, leaf number 5 was only reduced from 36,1 – 38,9%. The infected tobacco plants in the stage 50 and 60 days after planting were reduced leaf size number 15 and 20, special for leaf length. For example, the leaf length number 20 was decreased about 17,6% for C9-1 and 14,5% for GL7 when plants were infected 60 days after planting.

In sum, the infected tobacco plants with PVY 15, 25, 35, 50 and 60 days after transplanting were reduced leaf size in both experimental cultivars of C9-1 and GL7, especially the strongest reduction in the infected stage of plants from 15 - 35 days after transplanting

Table 3. Effect of potato virus Y on leaves size of tobacco flue-cured cultivars C9-1 and GL7

Inoculation date	% reducing leaf size of number...							
	5		10		15		20	
	R	D	R	D	R	D	R	D
Cultivar C9-1								
15	62,0	68,4	64,3	63,7	13,6	31,5	7,7	38,5
25	37,3	54,6	66,8	62,3	14,6	32,0	8,5	37,2
35	35,2	50,8	62,9	58,2	10,6	25,9	6,7	35,2
50	8,9	8,4	5,2	3,8	3,8	7,0	3,5	25,3
60	2,1	2,3	1,9	3,3	1,8	6,2	2,2	17,6
Mean	29,1	36,9	40,2	38,2	8,9	20,5	5,7	30,8
Cultivar GL7								
15	62,6	68,3	56,5	59,7	13,0	23,7	8,9	19,9
25	38,9	53,0	58,8	67,3	14,1	32,8	9,9	18,5
35	36,1	50,1	53,6	61,7	12,5	23,7	7,9	16,7
50	10,4	7,9	7,6	11,8	9,4	16,5	3,8	16,0
60	3,2	2,1	3,2	9,1	8,4	11,4	2,0	14,5
Mean	30,2	36,3	35,9	41,9	11,5	21,6	6,5	17,1

R: width of leaf, D: Length, TB: Mean

Effect on dry leaf weight and rate of leaf stem

Dry leaf weight: All leaves of the early infected plants after transplanting were thin and bad soft. Dry leaf weight of the infected cultivar C9-1 in the period of 15 - 35 days after transplanting were seriously reduced from 69,6 - 64,7% and 48,6 - 62,7% for cultivar GL7. Tobacco plants inoculated 50 and 60 days were decreased dry leaf

weight from 27,8 - 37% for C9-1 and 21 - 36,9% for GL7. Dry leaf weight of the infected cultivar C9-1 was lower than cultivar GL7. So variety C9-1 was harmed worse than cultivar GL7 by potato virus Y.

Stem rate of leaf: Stem rate that is a very important fact affecting on the yield of tobacco, special for gaining yield after the process. The stem rate of leaf increased 14,5% for C9-1 when plants were infected 15 days after transplanting; For GL7, the stem rate of leaf increased from 10,3 – 10,8% when plants were infected in the stage 15 - 25 days after transplanting. The infected plant in the period 35 – 60 days after transplanting, the stem rate of leaves were also added from 1,5 – 4,6% for both study cultivars C9-1 and GL7.

Table 4. Effect of PVY on dry leaf weight and rate of leaf stem of tobacco flue-cured cultivars C9-1 and GL7

Inoculation date	Dry leaf weight (gr)	% Reduction	Rate of leaf stem (gr)	% Increase
Cultivar C9-1				
15	27,0 ^d	69,6	38,7	14,5
25	27,9 ^d	68,5	34,8	5,0
35	31,3 ^d	64,7	34,5	4,1
50	55,8 ^b	37,0	34,2	3,1
60	64,0 ^c	27,8	33,6	1,5
Control	88,7 ^a	-	33,1	-
Mean	41,2	53,5		
Cultivar GL7				
15	46,2 ^f	48,6	39,6	10,8
25	39,7 ^e	55,8	39,3	10,3
35	33,5 ^d	62,7	37,0	4,6
50	56,7 ^c	36,9	36,1	2,2
60	71,0 ^b	21,0	35,9	1,8
Control	89,8 ^a	-	35,5	-
Mean	49,5	45,0		

Mean of 10 leaves with three replication

In the conclusion, tobacco plants inoculated with PVY on 15, 25, 35 days after transplanting were the strongest reduction of the dry leaf weight and increase in the stem rate of leaf when the plants were affected on 15, 25 days after planting.

Effect on yield and cured leaf grade

Tobacco plants were infected with PVY either 15, 25, 35, 50 and 60 days after planting were reduced yield and grade of tobacco, especially sharply in the period of 15 - 35 days after transplanting on both experimental varieties of C9-1 and GL7 (Table 5), in there:

Fresh leaf yield: The infected plants in the period of 15 - 35 days after transplanting, fresh leaves yield of plants were decreased the most in the stage of 15 - 35

days after planting. In which, fresh yield of C9-1 variety was decreased from 42,2 to 60,4% and the strongest decrease in 35 days after planting with a decrease rate of 60,4%; With the GL7 variety, it was decreased from 42,2 to 52,6% and the strongest decrease in the 25 days after transplanting with rate of 52.6%. After 50 - 60 days of infected transplanting, fresh yield of plants decreased from 12,0 to 36,3%.

Dry leaf yield: Similar to fresh yield, dry leaf yield was also decreased when plants were infected from 15 to 35 days after planting in the two experimental varieties. For variety C9-1, dry yield was decreased from 45,9 to 58,6% and was the sharpest reduction of 58.6% when plants were infected 35 days after planting; For variety GL7, dry yield was decreased from 49.4 to 58.9% and sharply reduced 25 days after transplanting (58.9%). After 50 and 60 days of infected transplanting, the dry yield continued to reduce with a decrease rate of 31,0% and 11,7% for cultivar C9-1; 42,5% and 30,4% for cultivar GL7.

Cured leaf grade: The tobacco plants that were infected with PVY in the period of 15 - 60 days after planting were severely degraded types of the cured leaf grade, especially the grade 2. When plants were infected in the stage from 15 to 50 days after planting, the second grade of variety C9-1 was decreased from 69,4 to 77,8% and from 61,8 – 82,0% for variety GL7. In the two study varieties, the cured leaves grade 2 of cultivar GL7 were lower than cultivar C9-1 with mean reduction rate of 71,8% for GL7 and 59,1% for C9-1.

Table 5. Effect of potato virus Y on yield and quality of tobacco flue-cured cultivars C9-1 and GL7

Inoculation date	Fresh leaf yield (kg)	% Reduction	Dry leaf yield (kg)	% Reduction	% cured leaf grade reduction	
					Grade 2	Grade 3
Cultivar C9-1						
15	11,1	42,2	1,5	45,9	74,1	21,0
25	9,3	51,6	1,3	52,2	77,8	36,2
35	7,6	60,4	1,1	58,6	69,4	50,5
50	13,2	31,3	1,85	31,0	71,3	42,9
60	16,9	12,0	2,4	11,7	2,8	42,9
ĐC	19,2	-	2,7	-		
Mean					59,1	38,7
Cultivar GL7						
15	12,9	42,2	1,73	50,3	82,0	25,4
25	10,8	51,6	1,43	58,9	74,7	44,9
35	12,4	44,4	1,76	49,4	67,4	40,6
50	14,2	36,3	2,0	42,5	73,0	25,4
60	17,3	22,4	2,4	30,4	61,8	10,1
ĐC	22,3	-	3,48	-		
Mean					71,8	29,3



Figure 2. Dry inoculation leaves 15, 25, 35, 50 and 60 days after transplanting (DAT)

Effect on chemical composition

Nicotine content: Tobacco plants that were inoculated early with PVY in 15, 25, 35, 50 or 60 days after transplanting affected on nicotine content (Table 6). Nicotine content was decreased the most when tobacco plants were infected in the period from 15 - 35 days after transplanting with the decrease levels from 25,5 to 42,9% with tobacco variety C9-1 and from 21,8 to 28,5% for variety GL7. When plants were infected after 50 and 60 days of transplanting, the nicotine content was decreased slightly with reduction rate of 11,9% and 3,0% for variety C9-1; for variety GL7: 9,7% and 4,2%.

Sugar content: Similar to nicotine content, sugar content of tobacco plants was reduced severely from 32,0 – 56,5% when variety C9-1 was infected in the period 15 - 35 days after transplanting. For variety GL7, plants were infected 25 or 35 days after transplanting, sugar content was reduced 12,1% and 22,4%. Tobacco plants were infected in the period 50 - 60 days of transplanting plants, sugar content was reduced a range of from 2,4 to 10,9% over both cultivars C9-1 and GL7.

Table 6. Effect of PVY on chemical composition of tobacco flue-cured cultivars C9-1 and GL7

Inoculation date	Giống C9-1				Giống GL7			
	Nicotine %	% Reduction	Sugar	% Reduction	Nicotine %	% Reduction	Sugar	% Reduction
15	1,88	42,9	6,4	56,5	2,58	21,8	15,5	6,1
25	2,06	37,4	10,0	32,0	2,38	27,9	14,5	12,1
35	2,45	25,5	8,7	40,8	2,36	28,5	12,8	22,4
50	2,90	11,9	13,1	10,9	2,98	9,7	15,7	4,8
60	3,19	3,0	13,3	9,5	3,16	4,2	16,1	2,4
ĐC	3,29	-	14,7	-	3,3	-	16,5	-
<i>Mean</i>		24,1		29,9		18,4		9,6

Discussion

PVY had a significant detrimental effect on growth, yield and chemical composition, with relation to time of inoculation, the cultivar, and the leaf position on stalk. Results of our surveying in 2017 showed that the growth and damage of virus on tobacco plants were influenced by temperature conditions. PVY only developed rapidly at cool about 18 - 22°C in March and slowly at high temperature conditions in April and May when temperature was 25 - 28°C. We also observed the inoculated tobacco plants in the study field. The infected plants grew more rapidly at hot conditions and symptoms disappearing on young leaves. These were appropriate to studies of Lucast (1975) and Bong Nam Chung, et al (2016) such as "PVY only developed and caused strong damage at the temperature threshold from 19 - 20°C. When the temperature was above 25°C and below 16°C reduced the transmissibility of aphids and the development of PVY, above 30°C, the ability development of PVY decreased over 96% or did not grow. Early infections 15 - 35 days after transplanting caused the most strong effect on the factors assessed. Because of this stage, young plants were more susceptible to PVY than older plants that tested under temperature conditions. In addition, these had cool temperatures that were proper for PVY and aphids growing rapidly. After stage 50, 60 days after transplanting, temperature is hotter, above 25°C that was not an advantage for PVY and aphids growing rapidly".

The experimental result showed all infected plants with PVY from the stage transplanting to 60 days after transplanting were reduced tobacco yield and quality, especially causing heavily loss from the period transplanting to 35 days after transplanting. So potato virus Y causing tobacco plants in northern provinces of Vietnam was stronger damage than some countries in the world. According to research of Latorra, et al (1984) on cultivar Coker 86 and NC774.2 had shown "PVY causes severely damage to the yield and quality of tobacco when infected plants in the period 28 days after transplanting. Tobacco plants inoculated with PVY after 44, 60 days of transplanting did not effect the yield and quality of tobacco, but only affected the height of tobacco plants". Our study results of chemical composition were appropriate to researchers of Sievert (1978) (Nicotine of infected plants decreased 13,0%) and A.D. Thomson, et al (1966) (Nicotine and sugar decreased 4,2% and 9,7%). However, it differed from BA Latorre, et al (1984) (The nicotine content of the Coker 86 tobacco variety increased 10,9% when plants were infected 15 days after transplanting, an average increase of 27% when plants were infected either 28, 44 and 60 days after transplanting).

The greatest effect of PVY on yield reduction was observed on the bottom leaves of plants that were inoculated 15 - 35 days after transplanting. For example, yield was reduced from 42,2% to 60,4% for the bottom leaves of plant, but only was reduced from 12,2 - 36,3% for the upper leaves of both varieties C9-1 and GL7. In addition, early inoculated plants in the period 15 - 25 days after transplanting had a lot of the dry death bottom leaves of plants, rate of dead plants were 16,7% with cultivar C9-1 and 13,3% for cultivar GL7, grew slowly, stunt, small leaves and distortion. Leaves of early inoculated plants were thin, non-soft and broken leaves.

Necrotic symptoms developed in both C9-1 and GL7 tobacco cultivars but were less severe in GL7. So cultivar G7 was more resistant than cultivar C9-1.

Conclusion

Infected tobacco plants in 15, 25 and 35 days after transplanting were the strongest reduced on growth, yield and chemical composition. Inoculation after 50 days transplanting were effected lightly on growth, yield and quality of tobacco plants.

Control PVY: To manage PVY disease on tobacco to control early in the stage from the transplanting to 35 days after transplanting by using healthy seedling, destroying infected plant and treating vectors that transmitted virus to tobacco.

References

1. Chung, Bong Nam; Canto, Tomas; Tenllado, Francisco; Choi, Kyung San; Joa, Jae Ho; Ahn, Jeong Joon; Kim, Chun Hwan; Do, Ki Seck, 2016. The Effects of High Temperature on Infection by Potato virus Y, Potato virus A, and Potato leafroll virus. *The Plant Pathology Journal*, Vol. 32, Issue 4, 2016, pp.321-328.
2. Lucas, G.B, 1975. *Disease of Tobacco*. 3rd. ed. Biological Consulting Associates, Raleigh, NC. 621 pp.
3. Latorre, B. A; Andrade, O; Penaloza, E and Escaffi, O, 1982. A severe outbreak of potato virus Y in Chilean tobacco. *Plant Dis.* 66:893-895.
4. Latorra, B. A, Flores, V, Marholz, G, 1984. Effect of potato virus Y on growth, yield and chemical composition of flue cured tobacco in Chile. *Plant disease* 68:884-886.
5. Roger Hull, 2009, *Mechanical Inoculation of Plant Viruses*.
6. Thomson and Wright, 1966. Incidence and some effects of potato virus Y on new zealand flue-cured tobacco. *New Zealand Journal of Agricultural Research*.
7. Technical process of cultivation (planting, fertilizing, cultivating, watering), picking and curing according to the technical process of producing flue cured tobacco 10TCN 618 – 2005 of Vietnam.
8. Sievert, R, C, 1978. Effect of potato virus Y and tobacco mosaic virus on field - grown burley tobacco. *Phytopathology* 68:823-825.

ИННОВАЦИОННЫЕ МАЛО – И БЕЗОТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТАБАЧНОЙ ОТРАСЛИ

Виневский Е.И., д-р техн. наук, проф. ВАК, Бубнов Е.А., канд. техн. наук,

Виневская Н.Н., канд. техн. наук, Пестова Л.П., канд. техн. наук,

Огняник А.В., канд. техн. наук, Ульянченко Е.Е., Чернов А.В.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки
и табачных изделий», Российская Федерация, г. Краснодар

Аннотация. Сформулированы возможные пути повышения эффективности агропромышленных технологий в табачной отрасли. Внедрена в процесс селекционно – семеноводческих работ ВНИИТТИ установка для обмолота соцветий. Разработана механизированная технология уборки семян табака путем очеса соцветий на корню растений. Доказано, что целесообразно использовать технологию двукратной очистки семян табака. Научно обоснованы способ и режимы получения масла из семян табака. Разработана адаптивная энерго- и ресурсосберегающая технология производства табачного сырья в едином потоке.

Ключевые слова. Табачная отрасль, соцветия, семена, масло, листья, табачное сырье.

INNOVATIVE LOW – AND WASTE-FREE TECHNOLOGIES IN THE TOBACCO INDUSTRY

Vinevskii E.I., Dr. of technical Sciences, Professor, Bubnov E.A., candidate of technical

sciences, Vinevskaia N.N., candidate of technical sciences, Pestova L.P., candidate of

technical sciences, Ognyanik A.V., candidate of technical sciences, Ulyanchenko E.E.,

Chernov A.V.

FSBSI “All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco
Products”, Russian Federation, Krasnodar

Abstract. Possible ways to improve the efficiency of agro-industrial technologies in the tobacco industry are formulated. An installation for threshing inflorescences was introduced into the process of selection and seed – growing works of VNIITTI. A mechanized technology for harvesting tobacco seeds by combing inflorescences on the root of plants has been developed. It is proved that it is advisable to use the technology of double cleaning of tobacco seeds. The method and modes of obtaining oil from tobacco seeds are scientifically justified. An adaptive energy - and resource-saving technology for the production of tobacco raw materials in a single stream has been developed.

Keywords. Tobacco industry, inflorescences, seeds, oil, leaves, tobacco raw materials.

Производство табака и табачных изделий является одной из важных отраслей агропромышленного комплекса страны. Сельскохозяйственное производство табачного сырья вместе с предприятиями по его промышленной переработке призвано удовлетворить потребность населения в высококачественных и малотоксичных курительных изделиях [1,2]. Успешное решение указанной проблемы во многом зависит от степени эффективности технологий для производства табака, который относится к наиболее трудоемким сельскохозяйственным культурам [3]. Одним из направлений

повышения их эффективности является внедрение в них принципов малоотходности и безотходности.

Как известно безотходные технологии - это технологии, подразумевающие наиболее рациональное использование природных ресурсов и энергии в производстве, обеспечивающее защиту окружающей среды.

В табачной отрасли отходы производства существуют как в аграрном секторе, так и в промышленности. В аграрном секторе к ним можно отнести соцветия растений в фазе цветения, семена табака, стебли растений после уборки. В промышленности к отходам можно отнести табачную пыль.

Производство табачной продукции осуществляется по следующим технологиям: технологии производства рассады, технологии производства табака, технологии производства табачного сырья и технологии производства курительных и некурительных табачных изделий.

К настоящему времени созданы ресурсосберегающие машинные технологии производства различных сортотипов табака и производства курительных и некурительных табачных изделий. Теоретически обоснованы и экспериментально оптимизированы параметры и режимы работы технологических процессов и средств механизации для выращивания рассады и высадки ее в поле, уход за растениями табака в хозяйствах с различными площадями землепользования [3].

Для решения проблемы безопасной утилизации опасного для окружающей среды отхода табачной промышленности предложено использовать табачную пыль для повышения плодородия почвы путем внесения ее в почву за месяц до начала проведения весенних полевых работ [4]. Установлено, что данный способ увеличивает содержание основных подвижных форм питательных элементов, биологическую активность почвы и снижает ее микопатогенную нагрузку.

К настоящему времени сформулированы возможные пути повышения эффективности агропромышленных технологий в табачной отрасли:

- разработка безотходных технологий производства табака и табачного сырья (листья, стебли, цветущие соцветия, семена табака);
- снижение себестоимости технологических процессов производства табачных изделий.

В связи с этим целями работ перед институтом является с одной стороны проведение оценки уровня безотходности производства табачного сырья, а с другой - выявление перспективных и экономически эффективных технологий по традиционному и альтернативному применению табака в производстве.

Проведен расчет коэффициента безотходности табачного производства в аграрном секторе, согласно формуле (1).

$$k_{\text{безотх}} = \frac{m_{\text{убираемого урожая}}}{m_{\text{общая биологическая масса}}} \quad (1)$$

Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Коэффициент безотходности табачного производства в аграрном секторе по различным технологиям

Наименование технологии	$k_{\text{безотх}}$
Уборка листьев	0,23
Уборка листьев + сбор семян	0,24
Уборка листьев + сбор семян + сбор стеблей	0,98

Выявлено следующее:

- существующий уровень безотходности имеет довольно низкое значение ($k_{\text{безотх}}=0,23$);
- использование табачных семян не дает существенного роста коэффициента безотходности ($k_{\text{безотх}}=0,24$);
- возможное применение табачных стеблей для дальнейшего использования позволит практически создать безотходную технологию производства табака ($k_{\text{безотх}}=0,98$).

Таким образом, анализ технологий мало- и безотходного производства табака показал, что существующий уровень безотходности имеет довольно низкое значение. Использование табачных семян не дает существенного роста коэффициента безотходности. Применение табачных стеблей для дальнейшего использования позволит практически создать безотходную технологию производства табака.

Для повышения эффективности производства табака предполагается разработать технологию сбора цветущих соцветий для дальнейшего использования при производстве эфирных масел (рис. 1) и машинную технологию получения масла из семян табака и махорки (рис. 2).

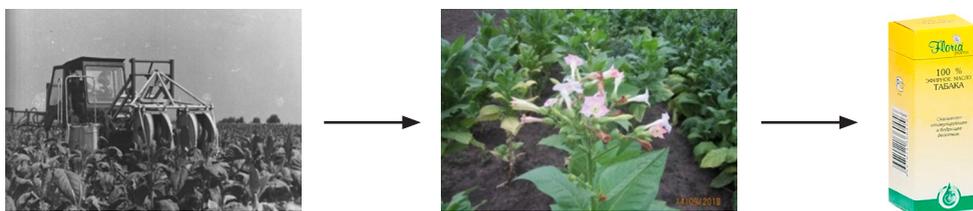


Рисунок 1. Схема машинной технологии сбора цветущих соцветий для дальнейшего использования при производстве эфирных масел

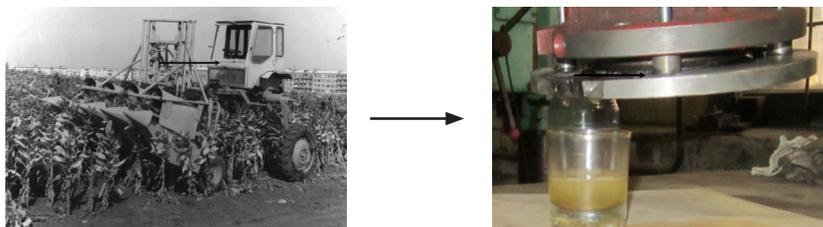


Рисунок 2. Схема машинной технологии получения масла из семян табака и махорки

Процесс получения семян табака можно разделить на следующие этапы: уборка соцветий, их сушка, обмолот, очистка семенной смеси от примесей. В современных условиях выращивания табака уборка соцветий, обмолот и отсев вороха производится вручную, поэтому процесс получения табачных семян очень трудоемок.

Для механизации процесса обмолота соцветий табака был изготовлен, испытан и внедрен в процесс селекционно – семеноводческих работ ВНИИТТИ экспериментальный образец установки для обмолота соцветий (рис. 3) [5].



Рисунок 3. Экспериментальный образец установки для обмолота соцветий

Испытания изготовленной установки показали, что она позволяет обмолачивать порядка 10 кг соцветий табака в час.

Всероссийским научно – исследовательским институтом табака, махорки и табачных изделий разработана механизированная технология уборки семян табака и махорки путем очеса соцветий на корню растений табака с использованием семяуборочной машины МУС-2 [6]. По результатам испытаний установлено, что в сравнении с ручной уборкой соцветий она значительно упрощает технологический процесс уборки семян табака и повышает производительность труда в 14 раз. Однако конструкция не позволяет производить многократный обмолот соцветий без повреждений незрелых коробочек.

Поэтому в настоящее время ФГБНУ ВНИИТТИ проводится разработка механизированной технологии уборки семян табака и махорки путем многократного обмолота соцветий на корню растений. Исследовано влияние технологии многократного обмолота соцветий на количество убираемых семян (рис. 4). По результатам анализа результатов исследования технологии многократного обмолота семян из соцветий на корню растения, представленных на рисунке 4, можно сделать следующие выводы:

- при первом проходе семяуборочной машины убирается 32% семян табака;
- при втором и третьем проходах количество убираемых семян примерно одинаковое (13...15%);
- при последнем проходе семяуборочной машины с одновременным отделением коробочек количество убранных семян составляет 38%.

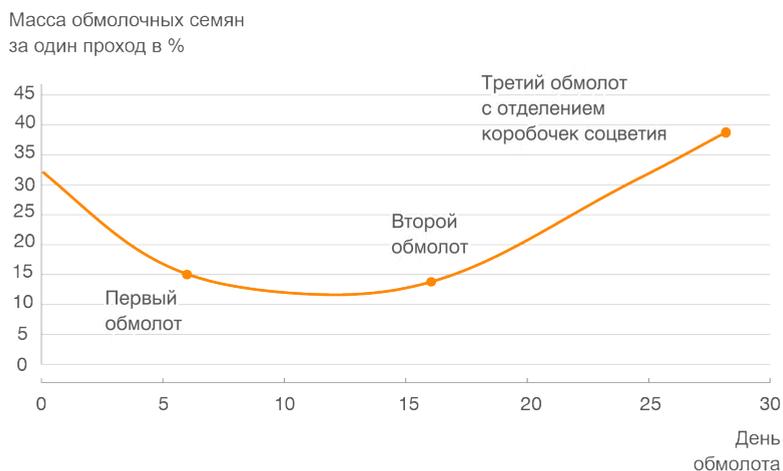
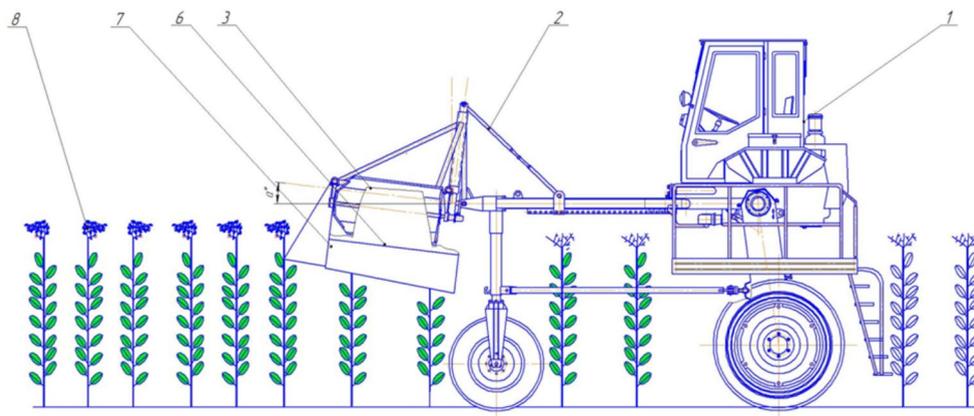


Рисунок 4. Результаты исследования технологии многоразового обмолота семян из соцветий на корню растения

К настоящему времени разработана функциональная схема машины для многократного обмолота соцветий растений табака и махорки на корню.



1 – высококлиренсное энергетическое средство; 2 – устройство для обмолота соцветий; 3 – мотовило; 4 – обтекатель правый; 5 – обтекатель левый; 6 – семеуловнитель; 7 – мешок для сбора семян; 8 – соцветие табака; 9 – коробочки; 10 – семена

Рисунок 5. Функциональная схема машины для многократного обмолота соцветий растений табака на корню

С целью обоснования и разработки технологии многократного обмолота соцветий растений с неодновременно созревающими семенами на корню проведено экспериментальное обоснование способа многоразового воздействия на коробочки с целью выделения из них зрелых семян.

Результаты испытаний макетных установок для первичной и конечной очистки семян табака представлены в таблице 2.

Таблица 2. Сравнительные результаты испытаний макетных установок для первичной и конечной очистки семян табака

Показатели	Установка	
	для первичной очистки семян табака	для конечной очистки семян табака
Чистота семян, %	70	100
Производительность, кг/ч	14,4...72	0,8

Таким образом, по результатам исследований и испытаний представленных установок для очистки семян табак выявлено, что целесообразно использовать технологию двукратной очистки (рис. 6).

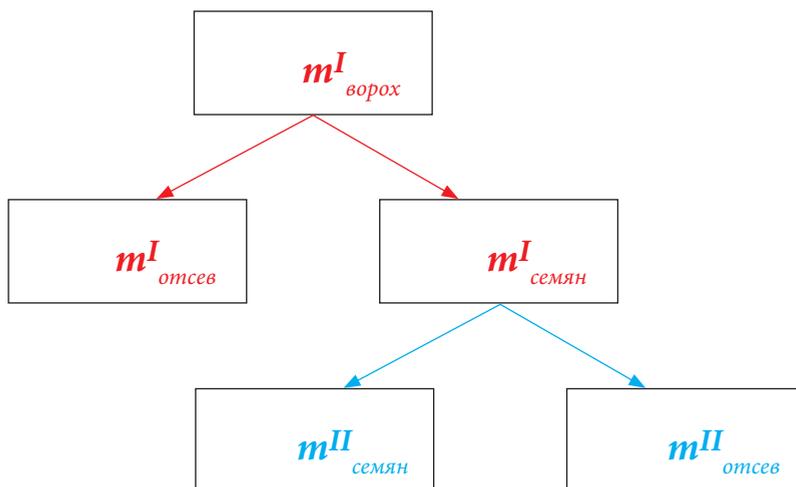
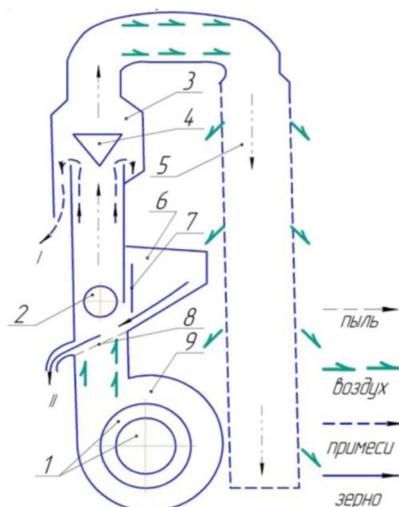


Рисунок 6. Схема технологии двукратной очистки семян табака

Технологическая схема макета установки для предварительной установки семян табака представлена на рисунке 7, а общий вид ее – на рисунке 8.

Технологический процесс очистки семян табака осуществляется следующим образом. Из приемного бункера 6 через входное окно, регулируемое заслонкой 7, семенной ворох поступает на проволочную сетку 8 рабочего воздушного канала. Перемещаясь по сетке, он подвергается воздействию воздушного потока, создаваемого вентилятором 9. Очищенные семена (тяжелая фракция) скатывается по сетке и через выход II собирается в мешок.



1 – шиберная заслонка; 2 – окно; 3 – осадительная камера; 4 – рассекатель воздуха;
5 – фильтр; 6 – приемный бункер; 7 – заслонка; 8 – проволочная сетка; 9 – вентилятор

Рисунок 7. Технологическая схема установки для предварительной очистки семян табака в вертикальном воздушном потоке

Легкая фракция воздушным потоком уносится в осадительную камеру 3, а из нее через выпускной патрубок I в мешок. Пыль оседает в фильтре 5.



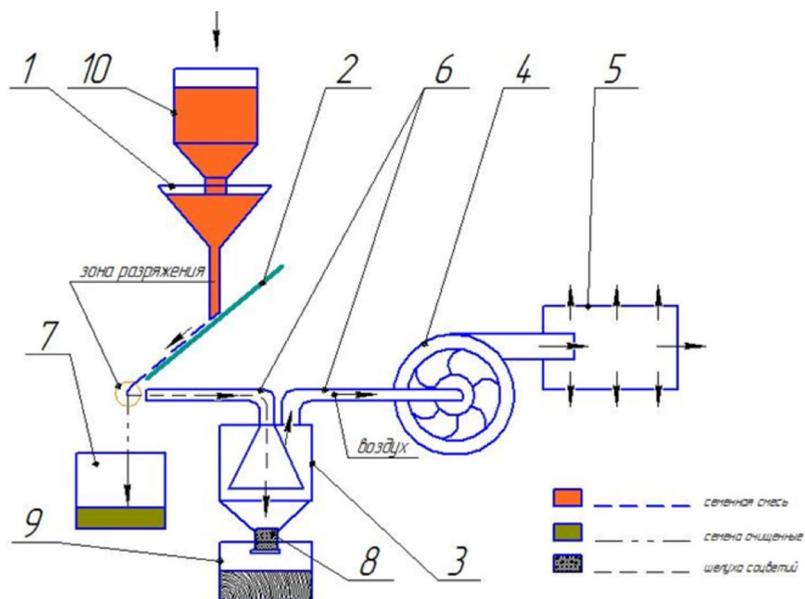
А-вид слева;

Б -вид справа

Рисунок 8. Общий вид макета установки для предварительной очистки семян табака

Технологическая схема макета установки для конечной очистки семян табака представлена на рисунке 9, а ее общий вид – на рисунке 10.

Макет установки состоит из воронки для семян 1, наклонной поверхности 2, осадительной камеры 3, центробежного вентилятора 4, тканевого фильтра 5, воздухопроводов 6, емкости для очищенных семян 7, пробки осадительной камеры 8, емкости для осадительной камеры 9, дополнительной съемной емкости 10, предназначенной для средних партий семян.



1 - воронка для семян; 2 - наклонная поверхность; 3 - осадительная камера;
4 - центробежный вентилятор; 5 - тканевый фильтр; 6 - воздухопроводы; 7 - емкость для очищенных семян; 8 - пробка осадительной камеры; 9 - емкость для осадительной камеры; 10 - дополнительная съемная емкость

Рисунок 9. Схема установки для конечной очистки семян табака в наклонном воздушном потоке всасывающего действия

Научно обоснованы способ и режимы получения масла, содержащегося в семенах табака, путем их прямого отжима. Способ основан на прессовании семян табака с помощью гидравлического пресса в специальной пресс-форме. Выявлена зависимость выхода масла от температуры семян (рис. 10).

Таким образом, исследованы особенности процесса прямого отжима масла из семян табака. Установлено, что температура является эффективным способом повышения выхода масла. При 20 °С выход составляет порядка 15 %, а при 80 °С – порядка 24 %.

Технико – экономические расчеты показывают, что производство масла из семян табака может дополнительно принести годовой доход до 4 млн руб. с одного гектара.

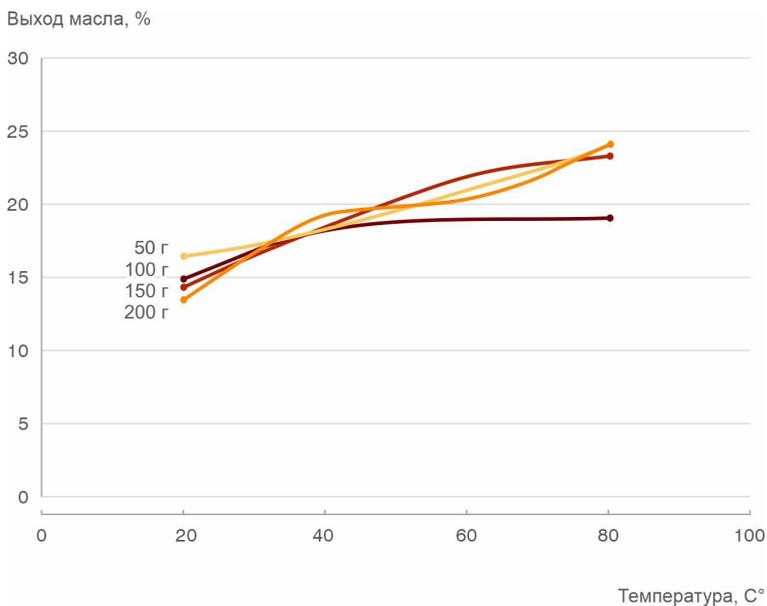
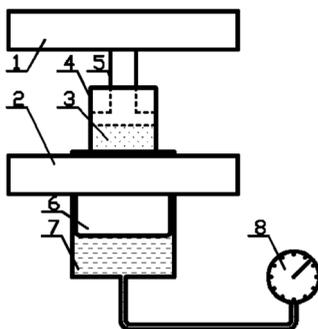


Рисунок 10. Влияние температуры семян на выход табачного масла

Общая схема установки для получения масла из семян табака представлена на рисунке 11.



1- верхняя пресс-плита; 2 - нижняя пресс-плита; 3 - семена; 4 - пресс-форма; 5 - поршень; 6 - поршень пресса; 7 - масло; 8 - манометр

Рисунок 11. Схема установки для получения масла из семян табака

Разработанная институтом установка позволяет довольно эффективно извлекать масло из семян табака, поскольку съём масла при 80 °С составляет порядка 69 % .

Одним из направлений снижения себестоимости технологических процессов производства табачных изделий является создание адаптивных технологий для производства табачной продукции в организациях с различным уровнем эффективности и ресурсообеспеченности

Для определения эффективности применения технологического оборудования для переработки листьев табака выявлены границы их эффективного функционирования. Установлено, что для хозяйств с площадями посадок табака менее 0,4 га целесообразно использовать комплект кассет и стеллажей для естественной сушки листьев табака. Для табакопроизводящих хозяйств с площадями посадок более 0,4 га будет эффективным использование табакопришивных машин. Для хозяйств с площадями посадок более 2,0 га возможно применение технологической линии для подготовки листьев табака к сушке (рис.12).

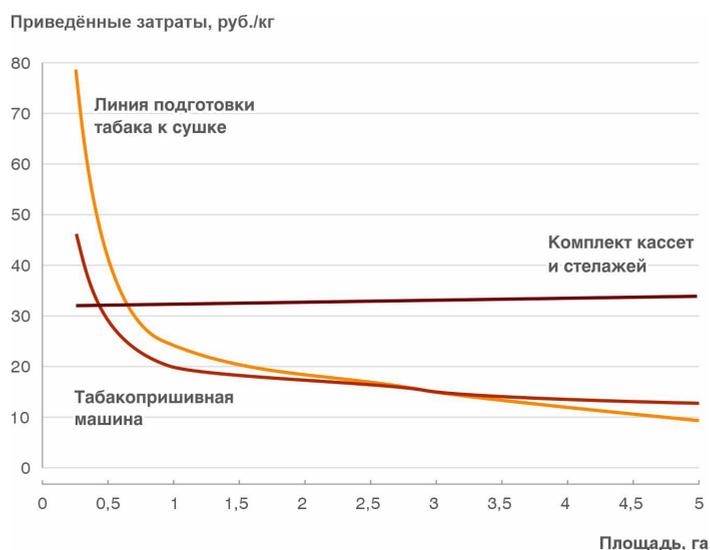


Рисунок 12. Влияние объема производства табака на эффективность применения оборудования для подготовки листьев табака к сушке различной производительности

Выявлены границы эффективного функционирования технологического оборудования для сушки листьев табака (рис. 13). Установлено, что при площадях посадок до 4 га применение естественных способов сушки наиболее целесообразно. В диапазоне от 4 га до 10 га возможно применение, как естественных, так и комбинированных и искусственных способов сушки.

Институтом разработана энерго- и ресурсосберегающая технология производства табачного сырья в едином потоке, включающая в себя инновационные технологические процессы уборки и послеуборочной переработки листьев табака в табачное сырье. Сущность ее заключается в том,

что в отличие от существующих технологий, переработка табака начинается уже на стадии уборки при формировании рулонного накопителя, в котором процесс томления листьев с потерей влаги идет уже при их транспортировании.

Разработан усовершенствованный способ уборки и транспортировки свежесобраных листьев табака с поля, позволяющий совместить транспортный процесс доставки листьев с поля к месту дальнейшей послеуборочной обработки с технологическим процессом томления листьев в накопителе рулонного типа (рис.14, 15). Сущность его заключается в формировании рулона с листьями между поверхностями гибкого воздухопроницаемого материала, обладающего гигроскопическими свойствами и позволяющего впитывать и отводить влагу из листьев.

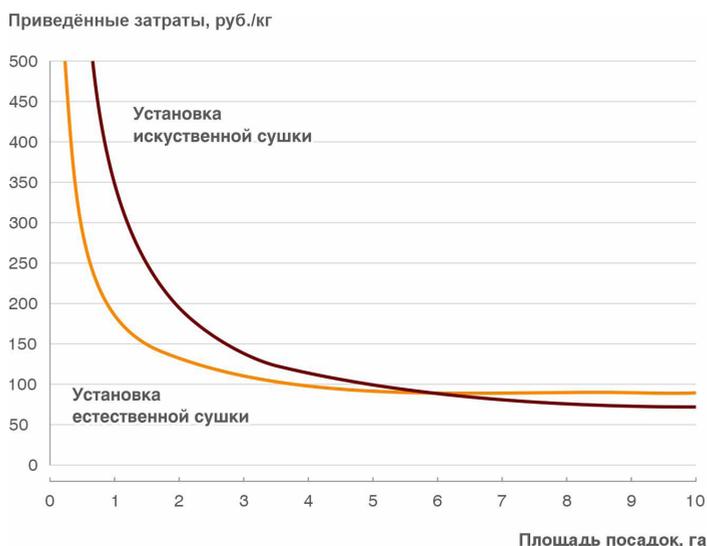


Рисунок 13. Границы эффективного функционирования технологического оборудования для сушки листьев табака

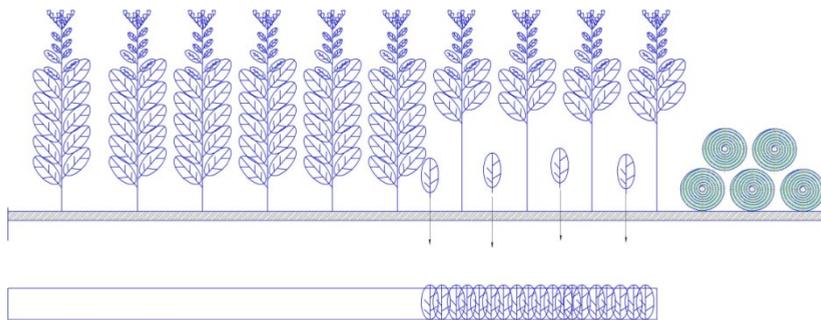


Рисунок 14. Технологическая схема способа ручной укладки листьев табака в мягкий накопитель рулонного типа при уборке



Рисунок 15. Рулонные накопители с различными характеристиками

Разработаны инновационные технологические процессы подготовки свежесобранных листьев различных сортотипов табака к естественным, комбинированным и искусственным способам сушке в основе которых заложены физические методы воздействия на табачный лист и обеспечивающие снижение энергоемкости процесса переработки на 25...30% при искусственном способе сушки и сокращение сроков естественной сушки в 1,3-1,9 раза:

- прорезание средней жилки табачного листа, позволяющее увеличить площадь испарения влаги из него (рис.16, 17) [8-10];
- градиентное воздействие постоянным магнитным полем на листья табака, что оказывает стимулирующее влияние на скорость протекающих химических реакций в листе (рис.18) [11...13].



Рисунок 16. Лист табака с прорезанной жилкой

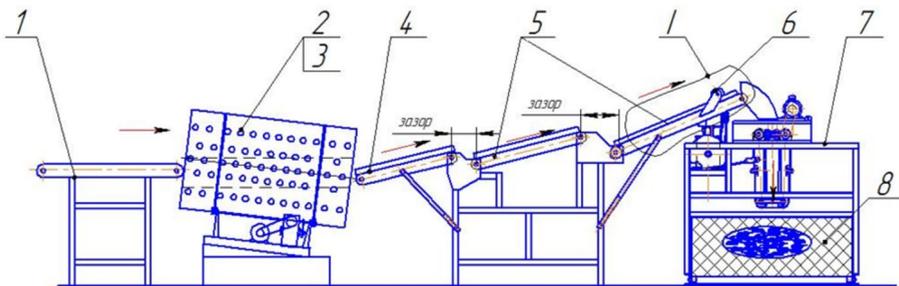
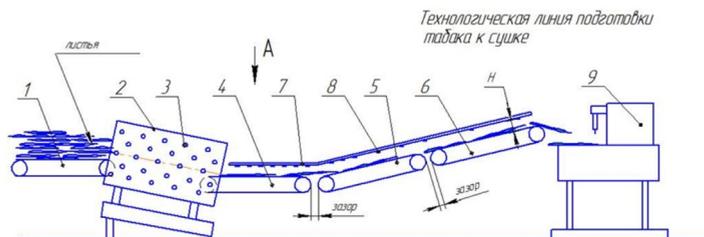
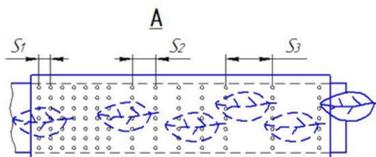


Рисунок 17. Схема линии для прорезания средней жилки листьев табака с последующей загрузкой их в контейнер



Фиг.1



Фиг.2

Рисунок 18. Схема линии для градиентного воздействия постоянным магнитным полем на листья табака с последующим закреплением их на шнур

Преимущество предлагаемой энерго- и ресурсосберегающей технология производства табачного сырья в едином потоке заключается в облегчении труда и снижении трудозатрат на нанизывание листьев на сушильные элементы при подготовке их к сушке за счет ориентированной и равномерной укладки листьев на ленту накопителя при уборке и в сокращении продолжительности сушки листьев за счет снижения их влагосодержания при транспортировании и кратковременном хранении, а также ускорения влагоотдачи путем прорезания средней жилки и градиентного воздействия на них постоянным магнитным полем.

Таким образом, предлагаемые ВНИИТТИ разработки позволяют повысить эффективность табачной отрасли как за счет применения в ней мало- и безотходных технологий, так и за счет использования инновационных технологий производства табачного сырья, основанных на иных физических принципах воздействия на табак.

Литература

1. Табак и табачные изделия: в 3 т. / под общей редакцией В.А. Саломатина. Том 1. Табак. Агротехнология производства. Краснодар: Просвещение – Юг, 2018. 229с.
2. Табак и табачные изделия: в 3 т. /под общей редакцией В.А. Саломатина. Т.2. Табачное сырьё. Уборка и послеуборочная обработка. Краснодар: Просвещение-Юг, 2019. 203 с.
3. Винеvский Е.И. Машинные технологии и комплексы технических средств для производства табака (Механико – технологическое обоснование). Монография. Краснодар: Просвещение – Юг, 2017. 173 с.
4. Плотникова Т.В., Сидорова Н.В., Егорова Е.В. Результаты совместного применения табачной пыли и биодеструкторов для повышения плодородия почвы [Электронный ресурс] // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: сб. матер. III Междунар. науч.-практ. конф. (8-19 апреля 2019 г., г. Краснодар). Ч.1. С.350-357. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2019/sbornik_conf_2019_1.pdf.
5. Бубнов Е.А., Чаленко Г.И. Перспективы использования и методы получения масла из семян табака // Развитие и совершенствование инновационных исследований и разработок для табачной отрасли. Коллективная монография / ФГБНУ ВНИИТТИ. Сб. науч. трудов института. Вып. 182. Краснодар: Просвещение-Юг, 2019. С. 324-332.
6. Винеvский Е.И., Троцкий О.В. Обоснование технологии многократного обмолота соцветий растений высокостебельных культур// Сельский механизатор. 2020. № 2. С.4-5.
7. Ульянченко Е.Е., Винеvская Н.Н., Гнучих Е.В. Влияние убыли влаги при сушке листьев табака с прорезанными средними жилками различных ломок и степени их вытомленности на фракционный и химический состав полученного сырья [Электронный ресурс] // Научное обеспечение инновационных технологий производства и хранения сельскохозяйственной и пищевой продукции: сб. матер. I Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и аспирантов (09 – 23 апр. 2018г., г.Краснодар). С. 193-200. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2018/sbornik_conf_2018.pdf.
8. Ульянченко Е.Е. Влияние инновационного способа подготовки листьев табака к сушке на основные показатели качества табачного сырья // Известия вузов. Пищевая технология. 2019. № 5-6. С. 63-66. DOI: 10.26297/0579-3009.2019.5-6.16.
9. Ульянченко Е.Е., Винеvская Н.Н. Совершенствование технологии подготовки табака к сушке с использованием инновационного оборудования [Электронный ресурс] // Научное обеспечение

инновационных технологий производства и хранения сельскохозяйственной и пищевой продукции: сб. матер. I Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и аспирантов (09 – 23 апр. 2018 г., г. Краснодар). С. 186-192. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2018/sbornik_conf_2018.pdf.

10. Патент на изобретение №2641866 /РФ/. Линия загрузки листьев табака в контейнер / И.Б. Поярко, Е.И. Винецкий, Е.Е. Ульянченко, В.А. Саломатин, И.И. Кашеев. Заявка № 2017118828, опубл. 22.01. 2018, Бюл.№2.
11. Плотникова Т.В., Грачев А.В., Егорова Е.В. Результаты поисковых исследований по изучению влияния электромагнитного поля крайне низкой частоты (ЭМП КНЧ) на жизнедеятельность микромицетов и беспозвоночных организмов [Электронный ресурс] // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: сб. матер. III Междунар. науч.-практ. конф. (8-19 апреля 2019 г., г. Краснодар). Ч.1. С.452-458. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2019/sbornik_conf_2019_1.pdf.
12. Новицкий Ю.И., Новицкая Г.В. Действие постоянного магнитного поля на растения. М.: Наука, 2016.
13. Винецкий Е.И., Чернов А.В. Влияние параметров градиентного воздействия постоянного магнитного поля на интенсификацию процесса томления табачных листьев // Известия вузов. Пищевая технология. 2020. № 2-3. С.96-100. DOI: 10.26297/0579-3009.2020.2-3.25.

References

1. Tobacco and tobacco products: in 3 volumes / edited by V.A. Salomatina. V. 1. Tobacco. Agrotechnology of production. Krasnodar: Education - South, 2018. 229 p.
2. Tobacco and tobacco products: in 3 volumes / edited by V.A. Salomatina. V. 2. Raw tobacco. Cleaning and post-harvest processing. Krasnodar: Education-South, 2019. 203 p.
3. Vinevsky E.I. Machine technologies and complexes of technical means for the production of tobacco (Mechanical and technological justification). Monograph. Krasnodar: Education - South, 2017. 173 p.
4. Plotnikova T.V., Sidorova N.V., Egorova E.V. Results of the joint application of tobacco dust and biodestructors to increase soil fertility [Electronic resource] // Innovative research and development for scientific support of production and storage of environmentally friendly agricultural and food products: collection of articles. mater. III Int. scientific-practical conf. (April 8-19, 2019, Krasnodar). Part 1. S.350-357. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2019/sbornik_conf_2019_1.pdf.

5. Bubnov E.A., Chalenko G.I. Prospects for the use and methods of obtaining oil from tobacco seeds // Development and improvement of innovative research and development for the tobacco industry. Collective monograph / FGBNU VNIITTI. Sat. scientific works of the Institute. Issue 182. Krasnodar: Education-South, 2019.P. 324-332.
6. Vinevsky E.I., Troshchy O.V. Substantiation of the technology of repeated threshing of inflorescences of plants of high-stemmed crops // Rural mechanizer. 2020. No. 2. P.4-5.
7. Ulyanchenko E.E., Vinevskaya N.N., Gnuchikh E.V. Influence of moisture loss during drying of tobacco leaves with cut middle veins of various breaks and their degree of fatigue on the fractional and chemical composition of the obtained raw materials [Electronic resource] // Scientific support of innovative technologies for the production and storage of agricultural and food products: collection of articles. mater. I Int. scientific-practical conf. young scientists and graduate students (09 - 23 April 2018, Krasnodar). P.193-200. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2018/sbornik_conf_2018.pdf.
8. Ulyanchenko E.E. The influence of an innovative method of preparing tobacco leaves for drying on the main indicators of the quality of raw tobacco // Izvestiya vuzov. Food technology. 2019. No. 5-6. P.63-66.DOI: 10.26297/0579-3009.2019.5-6.16.
9. Ulyanchenko E.E., Vinevskaya N.N. Improving the technology of preparing tobacco for drying using innovative equipment [Electronic resource] // Scientific support of innovative technologies for the production and storage of agricultural and food products: collection of articles. mater. I Int. scientific-practical conf. young scientists and graduate students (09 - 23 April 2018, Krasnodar). P.186-192. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2018/sbornik_conf_2018.pdf.
10. Invention patent No. 2641866 / RF /. Line for loading tobacco leaves into a container / I.B. Poyarkov, E.I. Vinevsky, E.E. Ulyanchenko, V.A. Salomatin, I.I. Kashcheev. Application No. 2017118828, publ. 22.01. 2018, Bulletin No. 2.
11. Plotnikova T.V., Grachev A.V., Egorova E.V. Results of exploratory studies to study the effect of an extremely low frequency electromagnetic field (ELF EMF) on the vital activity of micromycetes and invertebrates [Electronic resource] // Innovative research and development for scientific support of production and storage of ecologically safe agricultural and food products: collection of articles. mater. III Int. scientific-practical conf. (April 8-19, 2019, Krasnodar). Part 1. S.452-458. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2019/sbornik_conf_2019_1.pdf.
12. Novitsky Yu.I., Novitskaya G.V. The effect of a constant magnetic field on plants. Moscow: Nauka, 2016.
13. Vinevsky E.I., Chernov A.V. The influence of the parameters of the gradient effect of a constant magnetic field on the intensification of the languishing process of tobacco leaves // Izvestiya vuzov. Food technology. 2020. No. 2-3. P.96-100. DOI: 10.26297 / 0579-3009.2020.2-3.25.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ ТАБАЧНЫХ ЛИСТЬЕВ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ПЕРЕРАБОТКИ

*Шорсткий И.А.**, канд. техн. наук, доцент, *Виневская Н.Н.***, канд. техн. наук

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»,
Российская Федерация, г. Краснодар

**ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака,
махорки и табачных изделий», Российская Федерация, г. Краснодар

Аннотация. Целью данной работы является анализ эффективности обработки низкотемпературной микроплазмой в процессе конвективной сушки листьев табака. Обработка низкотемпературной микроплазмой проводилась при напряженности поля 6 кВ/см, количеством импульсов 500, с длительностью одного импульса 50 мкс. Предварительная обработка низкотемпературной микроплазмой позволила сократить длительность сушки на 29,6% до достижения равновесного влагосодержания. Общие временные затраты на процесс сушки снижаются на 75 часов. Полученные данные кинетики процесса могут использоваться для построения математической модели процесса сушки с применением предварительной обработки низкотемпературной микроплазмой, а также для определения перспектив применения технологии в промышленности.

Ключевые слова. Низкотемпературная плазма, сушка, табачный лист, управление сушкой.

PROSPECTS FOR THE USE OF MICROPLASMA TREATMENT OF TOBACCO LEAVES FOR FURTHER PROCESSING

*Shorstkii I.A.**, candidate of technical science, associate professor, *Vinevskaia N.N.***,
candidate of technical sciences

* Kuban State Technological University, Russian Federation, Krasnodar

** FSBSI «All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Makhorka and
Tobacco Products», Russian Federation, Krasnodar

Abstract. The purpose of this work is to analyze the effectiveness of low-temperature microplasma treatment during convective drying of tobacco leaves. Treatment with low-temperature microplasma was performed at a field strength of 6 kV / cm, the number of pulses was 500, and the duration of one pulse was 50 microseconds. Pretreatment with low-temperature microplasma reduced the drying time by 29,6% until the equilibrium moisture content was reached. The total time spent on the drying process is reduced by 75 hours. The obtained process kinetics data can be used to build a mathematical model of the drying process using pre-treatment with low-temperature microplasma, as well as to determine the prospects for applying the technology in industry.

Keywords. Cold plasma, drying, tobacco leaf, drying control.

Изучение механизмов тепло- и массопереноса процесса сушки биоматериалов, предварительно обработанных электрофизическим полем является важным аспектом построения основ для разработки передовых технологий в

пищевой, химической и других областях промышленности [1]. Под листовыми биоматериалами в данной работе подразумевается широкий ряд табачных и чайных листов, обладающих клеточной структурой.

В литературе обработка импульсным электрическим полем (ИЭП) известна как нетепловая бережная обработка растительного материала, вызывающая разрушение анатомической целостности мембран растительных клеток [2]. В результате низкотемпературной микроплазменной обработки (НМО) материал приобретает электропорированную структуру мембран растительных клеток, что в свою очередь ускоряет процесс массопереноса. Формирование новых каналов от воздействия НМО способствует изменению общей диффузии процесса массопереноса [3]. Данный факт наблюдался как экспериментально, так и с помощью анализа кривых сушки [4]. Основной параметрической оценкой такого метода подготовки растительного материала является индекс дезинтеграции. Величина индекса дезинтеграции определяется по величине электропроводности материала на низкой (до 1 кГц) и высокой частотах (> 1МГц) до и после ИЭП обработки.

На основе апробированного подхода к решению задач интенсификации процессов тепломассопереноса [7] в данной работе проводится развитие направления применения низкотемпературной микроплазменной обработки для пищевых продуктов в частности табачных листьев.

Материалы и методы

В качестве объекта исследования был выбран табак сорта Вирджиния. Начальная влажность образцов составляла $85 \pm 1,2\%$ и определялась с помощью сушильного шкафа.

Обработку НМО осуществляли по запатентованной технологии в установке с применением высоковольтного усилителя Matsusada (АМР, Япония). Импульсный разряд представлял собой высоковольтный экспоненциальный монополярный импульс. Частота следования импульсов составляли 100 Гц, а длительность импульса составляла 50 мс. Импульсы направлялись в камеру обработки, состоящей из системы стальных электродов с зазором 30 мм. Для каждого эксперимента использовали отдельный лист табака, который ориентировали вдоль низкотемпературного микроплазменного потока.

Сушку образцов проводили при естественных условиях при температуре 25 ± 3 °С. Контроль процесса сушки вели с помощью прецизионных весов (Kern 440-49А, Kern & Sohn GmbH, Германия).

Величину влажности материала определяли по уравнению:

$$E = \frac{M_i - M_R}{M_0 - M_R} \quad (1)$$

где M_i – масса в измеряемый момент времени, (кг/кг); M_R – равновесная влажность, (кг/кг);

M_0 – начальная влажность материала, (кг/кг).

При этом скорость сушки определялась по уравнению:

$$\omega = \frac{M_{i+\Delta i} - M_i}{\Delta i} \quad (2)$$

где $M_{i+\Delta i}$ и M_i – масса в любой момент времени i и Δi , (кг/кг).

Результаты и обсуждение

Кинетические закономерности сушки листьев табака представлены на рисунке. Из опытных данных, полученных на экспериментальной установке, следует, что при сушке предварительно обработанного биоматериала наблюдаются незначительные периоды прогрева и период падающей скорости сушки. Необходимо отметить, что предварительная обработка НМО положительно влияет на процесс сушки. Процесс высушивания биоматериала до $E = 0,05$ составил порядка 255 часов, тогда как обработанные НМО образцы достигли данного показателя при значениях времени 180 мин. Данный факт означает, что обработка позволила сократить время сушки на 29,5%.

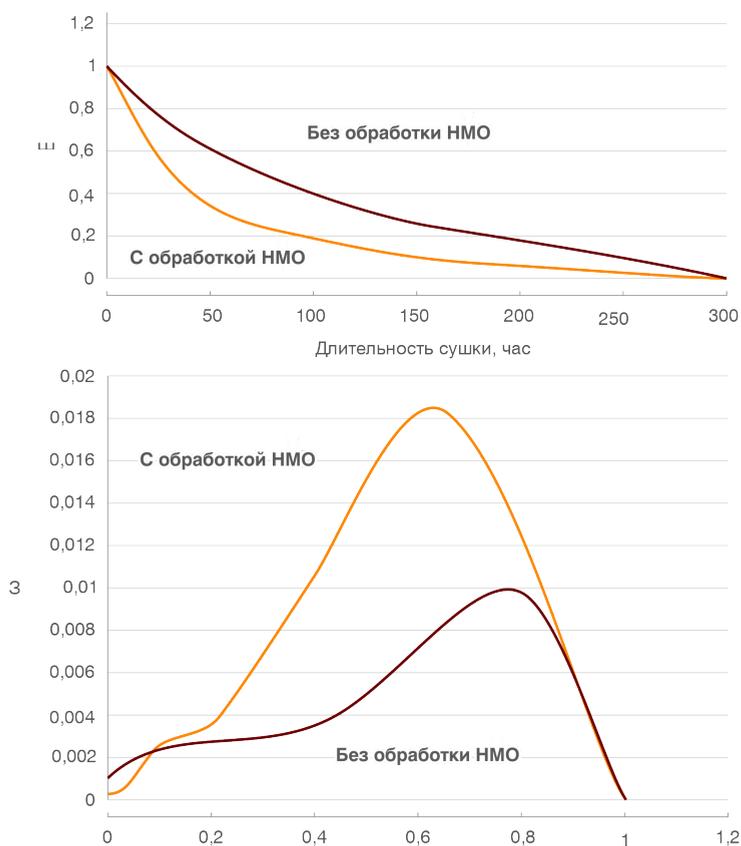


Рисунок. Кривая сушки и скорости сушки для образцов листьев табака без и после НМО обработки

При оценке результатов процесса сушки листьев табака, кроме энергетических затрат, важными являются факторы, затрагивающие безопасность и качество продукта, которые являются функцией состояния (температура, влажность, химический состав и др.) листьев табака. Процесс сушки многих биоматериалов является, по существу, переносом энергии и влажности в деформируемой пористой среде. В последующих работах по изучению предварительной обработки низкотемпературной микроплазмы будет проанализирован химический состав листьев табака с применением электрофизической технологии, построена математическая модель и проведено моделирование переноса теплоты и влаги.

Выводы

Предварительная обработка НМО рассматривалась как метод улучшения процесса сушки листьев табака. Использование обработки НМО способствовало сокращению времени сушки на 29,6% по сравнению с сушкой материала без обработки.

Таким образом, предварительная обработка НМО может выступать в роли подготовительного этапа в процессах переработки листьев табака на стадии сушки.

Литература

1. Шорсткий И.А. Применение обработки импульсным электрическим полем биоматериалов при подготовке к сушке: монография. Краснодар: ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2020. 172 с.
2. Lebovka N. (Ed.), Vorobiev E. (Ed.), Chemat F. (Ed.). Enhancing Extraction Processes in the Food Industry. Boca Raton: CRC Press, 2012.
3. Шорсткий И.А. Оценка эффекта воздействия импульсного электрического разряда на процесс переноса вещества в растительном материале в начальный момент времени // Изв. вузов. Пищевая технология. 2019. № 2. С. 73.
4. Antipov S., Klyuchnikov A., & Panfilov V.N. System modelling of non-stationary drying processes// Foods and Raw materials. 2019. Vol. 7(1). Pp. 93-106.
5. Лыков А.В. [и др.]. Теория сушки. М.: «Энергия», 1968. 472 с.
6. Лыков А.В., Михайлов Ю.А. Теория тепло- и массопереноса. М.: Госэнергоиздат, 1963. 535с.
7. Shorstkii I., Koshevoi E. Drying Technology Assisted by Nonthermal Pulsed Filamentary Microplasma Treatment: Theory and Practice//ChemEngineering. 2019. №3. P. 91.

References

1. Shorstkiy I.A. Application of processing by a pulsed electric field of biomaterials in preparation for drying: monograph. Krasnodar: FGBOU VO "KubSTU", 2020. 172 p.
2. Lebovka N. (Ed.), Vorobiev E. (Ed.), Chemat F. (Ed.). Enhancing Extraction Processes in the Food Industry. Boca Raton: CRC Press, 2012.
3. Shorstkiy I.A. Assessment of the effect of a pulsed electric discharge on the process of transfer of matter in plant material at the initial moment of time // *Izv. universities. Food technology*. 2019. No. 2. P. 73.
4. Antipov S., Klyuchnikov A., & Panfilov V.N. System modelling of non-stationary drying processes// *Foods and Raw materials*. 2019. Vol. 7(1). Pp. 93-106.
5. Lykov A.V. [and etc.]. *Drying theory*. M.: "Energy", 1968. 472 p.
6. Lykov A.V., Mikhailov Yu.A. *Theory of heat and mass transfer*. M.: Gosenergoizdat, 1963. 535 p.
7. Shorstkii I., Koshevoi E. Drying Technology Assisted by Nonthermal Pulsed Filamentary Microplasma Treatment: Theory and Practice//*ChemEngineering*. 2019. №3. P. 91.

A NEW APPROACH IN THE PRODUCTION OF ORIENTAL TOBACCO IN NORTH MACEDONIA

Arsov Z., Ph.D. Full Professor, Kabranova R.
Faculty of Agricultural Sciences and Food
Ss Cyril and Methodius University – Skopje
Republic of North Macedonia

Abstract. Macedonian tobacco is far recognized for its quality and its participation in the blend of American cigarettes is irreplaceable. The oriental type of tobacco in this area has been grown for a long time, dates back centuries. Tobacco production in the country began a long time ago (XVI century, during the Ottoman Empire), but it was greatest in the second half of the XX century, since when tobacco production is treated from an economic, commercial, fiscal, social and demographic aspect. In addition to the primary production of tobacco, there are a large number of tobacco companies in the country for the purchase and processing of tobacco. In the past there were even several tobacco factories for the production of cigarettes. Tobacco is the most profitable crop in the country, if we take into account the subsidies and the regulated market. Tobacco processors pay a good price, but they are looking for unified quantity and quality. When it comes to the quality of Macedonian tobacco, today the biggest problem is the modernization of production, harvesting and drying of tobacco, before being bought by companies. Therefore, in this paper we will give an overview of the new approach for improving and increasing the efficiency of the production of oriental type tobacco in the country, It should not be denied here that the new approach is directly related to the new generations of tobacco farmers, the retention of young people in rural areas (this period, the country has experienced mass migrations in many European, and overseas countries), the outflow of people for economic reasons (unemployment and low wages for subsistence). It may sound strange, but Macedonian farmers do not have the opportunity to improve production, and there are more reasons. We are talking about the wide implementation of new technologies for the production of tobacco seedlings, modernization of the process of harvesting and drying of tobacco, operations that are inseparable to obtain high yields and quality tobacco raw material. It is indisputable that people want to learn, and they want to make their job easier with the help of new agronomic techniques and the implementation of advanced production technologies.

Keywords. Oriental tobacco production, technology, solar process of drying.

Introduction

The territory of the country occupies a small area; it is a continental country on the Balkans and it is a “hot spot” in the production of high quality oriental tobacco, with relatively stable traditional production compared to the other tobacco producer’s countries. It is a well-known country where the best oriental tobaccos are grown. With a share of 3%, the country is positioned among the eight major oriental tobacco producing countries in the world. Also, tobacco occupies about 3% of the total arable land in the country. The average tobacco planted area in the country in the period 2010-2019 was less than 16 000 ha (Graph.1). Due to differences in relief, altitude and the effect of other climates, the conditions for tobacco production cannot be the same on the whole territory, due to which the country is divided into tobacco-producing regions. In general, the whole territory is characterized by very suitable and diverse conditions for the production of oriental tobacco.

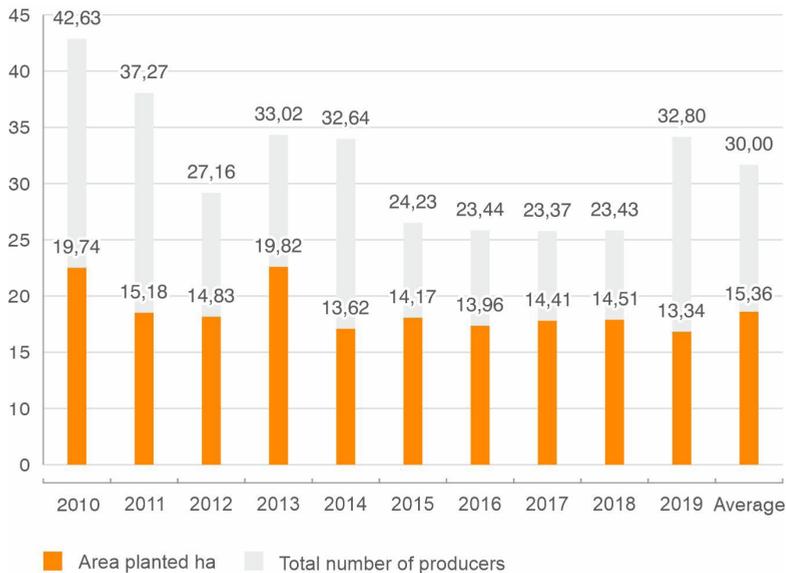
A common feature of all regions is aridity, especially in the summer months, high temperatures and insolation in vegetation period. Such conditions are a guarantee for the production of small-leaf, aromatic tobacco, which are recognizable all over the world in their own way outstanding quality. Climatic and soil conditions determine the distribution of a certain type / variety of tobacco. Climate and soil are inseparable. Soil fertility, relief and climate determine the structure of certain types of tobacco in the country. Most of the tobacco production takes place in the Pelagonija and Southeast region or a total of 87% of the total production in the Republic of Northern Macedonia.

After, the rapid structural change in cigarette consumption anywhere in the world (accepting the type American blend), 90% of the production of total amount of tobacco in the country is export oriented, there is also support (financial and legal framework) from the state. Periodic oscillations, in tobacco production, depend on the weather conditions that affect the quantity as well as quality. While in the world, the trend of production goes upward with the increase in the yield of unit area, in Macedonia there are frequent oscillations, which in some years are the result of climate change, but often also of the non-existent purchase prices for kg of tobacco. The production varies both by number of producers, and by the production quantity of tobacco by region (Kabranova & Arsov, 2017). The average production per hectare is about 1.500 kg/ha, but there are a many producers who produce 3.000 kg/ha.

Tobacco is one of the field crops that have a long tradition in the country. Therefore, it has its sociological, economic and cultural impact. The tradition of production is passed down from generation to generation, so every year more than 25 thousand households in the country are engaged in tobacco production, especially in the countryside (also those who have tobacco as a supplementary income). Tobacco production is quite mechanical in the phases of pre-harvest (production of tobacco seedlings, transplanting, harvesting) and postharvest (drying, sorting tobacco leaves). Improving these production processes to a great extent will compensate for the lack of labor force, which is quite reduced among farmers due to the demographic situation, attract young people to start tobacco production, because this is the only crop that provides a stable income (tobacco production is regulated by the Law on Tobacco, Tobacco Products and Related Products (Official Gazette of the Republic of North Macedonia / No. 98/2019 and Amendments to the Official Gazette No. 27/2020), and there is also a stable demand in the world market. (Miceska & Dimitrievski, 2016).

The most represented varieties of tobacco grown in the country are of oriental origin, mainly the species Prilep, Yaka and Basmak. According to the latest data from the State Statistical Office of the Republic of North Macedonia the production and trade of tobacco and tobacco products in Gross Domestic Product (GDP) in 2017, participated with 3.2%, and the tobacco industry in the total industry of the country participates with 4%. Tobacco is one of the most important export products; The Republic of Northern Macedonia participates in the production of tobacco worldwide with 0,3%, while the oriental tobacco with 3%. The convenience of natural con-

ditions provides production of over 20,000 tons per year, which is much above the need for domestic consumption, so 90% of production is intended for export. In the last fifteen years, in the period from 2005 to 2019, an average of 26 thousand tons of tobacco and tobacco products were exported annually with an average annual worth about 107 million euros. Thus, tobacco participates with about 25% in the total agro-food export and with about 3% in the value of the total export of the country, which significantly affects the trade balance (MakStat, 2020).

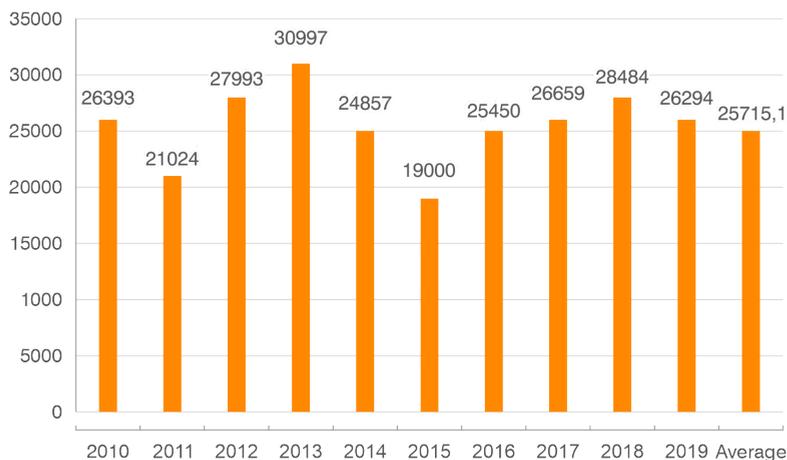


Graph. 1 Areas under tobacco (ha) and number of growers, average (2010-2019)

All activities and processes related to production of this crop are regulated by law on Tobacco, Tobacco Products and Related Products (“Official Gazette of the Republic of North Macedonia” No. 98/2019 and 27/2020). According to the provisions of this Act, tobacco producer’s use only certified seed material from the authorized institution. The country is ranked as a second-largest oriental producer at 47% of Turkish total output, and quality Prilep AB has been fetching prices above EUR 3.00/kg, equivalent to the green leaf price of Turkish Izmir (Source: Star Agritech International; published October 2018; with additional editing by TOBACCO ASIA).

The new approach in tobacco production refers to modern production techniques, advanced technologies in tobacco seedlings production, improved production practices & climate-smart practices, which will allow to the farmers to be more competitive in the market.

50% larger than the world’s number three producer, Greece. Nowadays, the top Over the years (period 2010-2019), an average annual production of unprocessed raw tobacco amounting to around 25,000 tonnes (Graph. 2).



Graph.2 Purchase of unprocessed (raw) tobacco, tons (2010-2019 years)

According to the data from ISET-Information System for Tobacco Records maintained by the Ministry of Agriculture, Forestry and Water Economy, in the period from 2010 to 2019 the following areas and number of tobacco producers were recorded (Table 1).

Table 1. Total area and number of tobacco producers

Crop	Area /ha in 000	Producers in 000
2010	19.74	42.63
2011	15.18	37.27
2012	14.83	27.16
2013	19.82	33.02
2014	13.62	32.64
2015	14.17	24.23
2016	13.96	23.44
2017	14.41	23.37
2018	14.51	23.43
2019	13.34	32.80
Average	15.36	30.00

Source: Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management, 2020 year

Material and Method

In this paper, original data from several years experiments and research of the Faculty with certain individual producers and companies are used. Also, official data from the Reports of the Statistical Office of the Republic of Macedonia, data from the Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management of the Republic of Macedonia were used.

In the analysis of the data a comparison was made (the average values in relation to the areas under tobacco, production, yield).

The main varieties of oriental tobacco were used from April to May 2019, with traditional production of seedlings and Float Tray System Technology of tobacco seedlings production. Necessary materials for both types of production were used as standard in the production of seedlings. After the tobacco harvest, drying was done in two ways (in the traditional dryer and in the modern advanced dryer). The tobacco (tobacco leaves) subject of drying trial, was planted on the farmer's fields during the end of May 2019. The field trial with tobacco was carried out in area of 0.2 ha, or the surface from which the tobacco leaves were provided 0.1 ha for tobacco leaves or in quantity, about 900-1000 kg of green tobacco, which was dried in a way as a farmer practiced, and 0.1 ha with same with quantity in a new type of dryer (curing barn). 0.04 ha surface area was needed for new type of dryer and existing ones. Also, farmer provides premises for placement and storage of dried tobacco as was needed. All activities related to the production and drying of tobacco were carried out by the farmer and his family.

Field trials with drying were set at 5 producers (farmers) of tobacco in different regions of Macedonia.

The cultivated variety was Prilep 66 9 (oriental type, intended for sun curing). No interventions were carried out on the area where the tobacco was grown, by our side. The aim was farmer to produce tobacco with the agro-technology that he usually used. The subject of the research was only harvested tobacco leaves.

Harvesting was through picking belts (5 belts), manually. Then, the harvested leaves were stringed and dried in both dryers (curing barns), traditional and new one.

Design of trial:

- first variant in the manner and in the dryers that the farmer has control (Metal scaffolding covered with polyethylene canvas);
- second variant in the polycarbonate dryer (experiment).

In the first variant the dryers are set as the farmer knew, or as he works, while in the second variant, the dryer is set in a specific direction. The upper side of the roof must be facing north, lower to south. Also the slope of the roof is 20°. It is designed to make solar energy more efficiently utilized.

Drying in both types of dryers was carried out as time ripened in the field. From the second, up to fifth hand (picking belt), or from the end of June until the end of October.

Drying into the barns was done in arrays, horizontally placed in two rows in both variant.

The new type of dryer, according to our designs, is made by metal company KOD engineering from Skopje. The order for the dryer was made at the end of May 2019 and the firm successfully completed it at the end of June 2019.

Before the tobacco was sold, samples were taken from our side, for chemical analysis. Chemical composition of tobacco is determined in the accredited chemical laboratory (ISO 17025) of the Scientific Institute of Tobacco in Prilep, by picking belt (insertions) for both variants (Farmer dryers-old type and New type dryer).

Results and discussion

1. Comparative technologies for the production of tobacco seedlings

Each production of tobacco begins with the production of tobacco seedlings, followed by transplantation of tobacco in the open field. In our country, oriental tobacco is still traditionally grown in the classical way in open-field beds. Production of tobacco seedlings has important role as regular measure of the tobacco production technology (Uzunovski, 1989). To produce high-quality tobacco, growers must begin with healthy seedlings. In the production of tobacco seedlings, the main problem is labour-intensive work on the farm (children, elderly family members). The implementation of Float Tray System (FTS) technology is the best solution to improve all working process. All tobacco seedling production operations are shortened, strictly controlled, the procedure is very simple, fast and safe. The operation of weed cleaning is omitted, which is necessary and difficult in traditional seedling production. The ideal seedling is disease free, hardy enough to survive transplanting stress, and available for transplanting on time. In general, earlier transplanted seedlings give better yield than late-transplanted tobacco (Smith et al., 2003).

For successful production, there must be good quality tobacco seedlings in order to achieve uniformity according to the morphological and biological characteristics of tobacco in the field. And this is exactly the success of the advanced seedling production technology in Floating Trays.

In the world, this technology is already even more progressive when it comes to Virginia and Burley tobacco. But when it comes to oriental tobacco, this is not the case. Our many years of experience have shown that it is inevitable to have a romantic attitude towards the introduction of new achievements in the production process. For successful production there must be good quality. But when it comes to oriental tobacco, this is not the case. Implementation in practice is very difficult when it comes to our country. It is not only about financial implications (production with FTS contributes to the savings of certified seed material), but also about the resources provided by the so-called hardened or traditional farmers who are ready to invest their sweat, but do not change their habits (although classic production is a very hard and risky business). Visible and outstanding results are also shown by the data obtained from our experimental trials from oriental tobacco (Table 2).

Table 2. Average number of usable transplants per unit area, index (%)

Variety	Variant	Number of Transplants: from m ² / Traditional Bed From 0,25 m ² -Tray / FTS	Number of Trans- plants from 10 m ²	Index
	Prilep - traditional production	Prilep - traditional production	1000	10000
Yaka - traditional production		1000	10000	100
Prilep - FTS technology		535	19255	193
Yaka - FTS technology		520	18708	187
Ave	Traditional	1000	10000	100
	FTS	528	18982	190

Since the success of the entire tobacco production in the field primarily depends on the quality of seedlings produced, it is obvious that the more healthy and vital seedlings are obtained in less space, the farmer has higher production efficiency, tobacco uniformity and adequate composition per hectare. Experience with the use of the Float Tray system technology of seedling production has shown that production of quality seedlings is also combination of several factors: quality seed material (certified seed), optimal microclimatic conditions, optimal vegetation space / plant (Picture 1), good quality of substrate, regular control and proper care of the seedlings and well-trained-experienced tobacco producer. As a result, we get seedlings with a well-developed main root system, well-developed and upright stem well-developed 6-8 leaves (absence of chlorosis or necrosis), absence of diseases and injuries from pests (no weeds) and such seedlings have a great ability to adapt and quickly accept seedlings in the field (>95%). When using this technology, it is necessary to conduct proper care and monitoring during the vegetation, namely: fertilizer selection and use, temperature management, & humidity management (passive ventilation - with the use of side and cover openings and/or forced ventilation - with fans). Shading (nets, light cloths) is recommended to avoid daily drastic changes in T / insolation, thus reducing the light intensity - in the hottest hours of the day. Adequate hygienic-technical precautions are necessary (Disease and pest control). FTS technology can increase the efficiency of tobacco production by introducing smarter, safer and easier seedlings production.



Picture 1. Traditional, in cold beds (left)

FTS technology (right)

For wider implementation, it is very important that it is necessary for farmers to gain practical experience. Then they could use the support of various funds for agricultural development, if they want to improve their production on the farm, increase the quality and yield per unit area. Farmer training, and the presentation of the results of field experiments are also necessary to achieve the best results (in order to improve the efficiency of farmers).



Picture 2. Tobacco seedlings traditionally produced (left)



FTS advanced technology (right)

Picture 2, shows the difference in the obtained tobacco seedlings is obvious depending on the chosen method of production.

2. Improving the Drying of Oriental Tobacco

The green leaves of oriental tobacco after harvesting must go to sun-drying. This method is used for drying oriental and semi-oriental tobacco in all countries producing these types of tobacco. In Macedonia this drying method is the most used one (Boceski, 2003).

The Macedonian oriental tobacco is dried on the sun, in dryers made of different materials (wood, metal or combination of both) covered with polyethylene canvas. The shape and dimensions of the dryers are not standardized. Every farmer makes them according to their possibilities and knowledge.

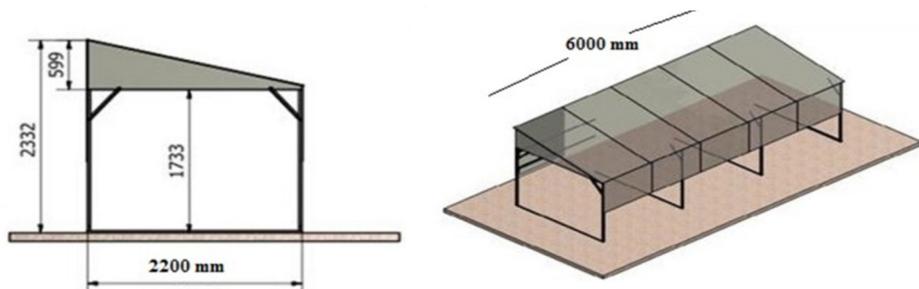
Our country is with long sunny periods from May till the end of September, in some years, due to the prolonged vegetation of the tobacco in the field, the drying process ends in mid-October. The green leaves of oriental tobacco after harvesting must go to sun-drying.

From the current field information it is clear that the efficiency in the utilization of solar energy is not taken into account. The exposure of the dryers as well as the roof of the dryer is not taken into consideration.

Improving the method of Oriental tobacco drying by introducing a new type of solar dryer (Picture 3).

With the new type of dryer and the way of its setting, the inconsistencies will be eliminated. The dryer is provided for sun-dried oriental tobacco types. Its purpose is to establish:

- Standardization of Curing Condition
- Time Saving
- Cost of Production
- Quality Impact



Picture 3. New type of dryer
(sketch, metal construction and polycarbonate panels)

New type of dryer is with a sloping roof, made of metal construction and partially covered with polycarbonate panels (UV Stabilized Polycarbonate with a thickness of 1-1,5 mm). The construction is joined by screws and can be dismantled and reassembled as needed. The dimensions of this dryer are: 6000 length x 2000 width x 1733 mm height in the middle part (Picture 3).



Picture 4. Farmers dryer left,
New type of dryer right



Picture 5. Tobacco in: Farmers
dryer (left)



New type of dryer (right)

**Photos are made by authors - Location: vilige Edinakovci, municipality Demir Hisar 598 m.a.s.; 41°15'41"N 21°14'48"E*

The capacity of dryer is 120 arrays horizontally placed in two rows. If a one dried string weighs 0,4 kg in that case we will have 48 kg of dry tobacco for a one circle of drying. Tobacco is harvested in five belts; therefore there will be five cycles of drying. Assuming that 0,1 ha of tobacco permits 220 kg of dry tobacco, in that case it is enough for 0,1 ha area

The chemical composition of both variants is within the range typical for oriental tobacco (Table 3 and 4).

Table 3. Chemical analysis Farmer dryers, %

Picking belt	1-st picking	2-nd picking	3-th picking	4-th picking	Average
Nicotine	1,50	2,21	1,77	2,17	1,91
Reducing sugars	17,79	14,87	15,73	14,62	15,75
Total reduction	23,61	15,95	18,25	16,94	18,69
Polyphenols	5,82	1,08	2,52	2,32	2,94

Total nitrogen	1,88	2,47	2,15	3,17	2,42
Protein	7,40	6,38	7,36	10,00	7,79
Ash	15,34	14,70	10,29	12,97	13,33

Table 4. Chemical analysis New type dryer, %

Picking belt	1-st picking	2-nd pick- ing	3-th picking	4-th picking	Average	Index Old/ New
Nicotine	1,51	2,73	1,41	1,91	1,89	98,82
Reducing sugars	11,16	11,46	20,20	17,16	15,00	95,19
Total reduction	12,73	14,72	26,40	21,88	18,93	101,31
Polyphenols	1,57	3,26	6,20	4,72	3,94	134,16
Total nitrogen	2,21	2,46	1,76	3,11	2,39	98,66
Protein	7,81	5,53	6,11	11,08	7,63	98,04
Ash	16,59	13,80	8,59	12,41	12,85	96,42

From the data (through Index Old / New dryer) presented in Table 4, it can be seen:

- Tobacco dried in the new type of solar dryer has lower average nicotine content;
- Reducing sugars is lower;
- Polyphenols are higher in the new type dryer;
- Total reduction, are higher in the new type dryer;
- Total nitrogen, Protein and Ash are lower.

For quality oriental tobacco it is important to have: first lower nicotine content, second higher Total reduction, Reducing sugars and Polyphenol and to have less Total nitrogen, Protein and Ash. With the application of the new type of dryer, higher quality of dried tobacco was achieved.

To assess how a better chemical composition will affect economic income, we will refer to the quality coefficients, which represent a mathematical relationship between certain chemical compounds. These are the Polyphenol Number, the Veselinov Number.

The significance of the coefficients is as follows:

Shmuk coefficient (number) is the ratio between soluble sugars (expressed as glucose) and proteins. When the Shmuk coefficient is above 1.3 it is good quality. Applies only to light-colored tobacco dried in the sun or warm air. It can compare tobacco of the same type and origin, grown under similar conditions.

The polyphenol number is also a quality coefficient that is related to the color of the tobacco leaf. It is a relation between total reduction and the content of polyphenols expressed as glucose. If its value is higher the tobacco raw material has a darker color and poorer quality. Applies only to light-colored tobacco, dried in the sun or warm air. The polyphenol number as well as the Shmuk number refer to tobacco of the same type and origin.

Veselinov's coefficient. It is a relationship between soluble sugars (expressed as glucose) and proteins and pure ash. This coefficient is associated with the Shmuk number and the adverse impact on pure ash, i.e. mineral matter, which is in the denominator of the carbohydrate-protein ratio. The number ten is in the numerator in order to obtain approximately integers in the calculation. Higher value (above 1) reflects high quality. The coefficient values are presented in Table 5.

Table 5. Coefficient values

	Shmuk num.	Polyphenol num.	Veselinov's coeff.	Average Index
Farmer Dryer	2,08	14,73	1,59	-
New Dryer	2,09	19,88	1,86	-
Index Farmer / New	100,3	135,0	117,3	117,5

From the data presented in Table 5, it can be seen that the dried tobacco in the both dryers has a same Shmuk number, a higher polyphenol number and a higher Veselinov number. The average of them, expressed as an index, is 117.5.

In our opinion the increased value in quality of tobacco dried in the new type of dryer is 17.5%.

From the applied activities, based on the data obtained from the field activities, it can be briefly stated:

- The drying time of the tobacco in the polycarbonate dryer observed on the harvest belts is shorter by 2-3 days compared to the tobacco that was dried in the dryers that the farmer had and used.
- The color of dried tobacco in the new type of dryer is lighter than the tobacco dried in the farmer's usual dryers.
- The air temperature inside (in the middle) in the new type of dryer is 3-4 0C higher than the air temperature compared to the farmer's dryers.
- From on-the-spot conversations with the farmer it was found:
- Is pleased with the quality of dried tobacco.
- The drying time is reduced and allows for a greater number of batches tobacco for a certain period of time compared to its dryers.
- The dryer is strong and will have a longer service life.
- The disassembly and assembly option is useful.
- In times when there is no tobacco it could be used for drying e.g. red pepper or some other crops and herbs.

Conclusion

FTS technology is important for improvement of viability of tobacco seedlings (great resistance towards diseases, weeds etc. maximum exploitation of soluble organic material) and all this to form stronger root system that will ensure faster plant development, strong stem with proper number of leaves on it, uniformity, and accumulation of dry mass per plant and higher yield and quality of tobacco. An in-

creasing influence of global climate change on tobacco production, result in a long period of adaptation of the plant after transplantation of seedlings, poor acceptance, the incidence of diseases and so on. FTS technology is a safe way to produce tobacco seedlings that ensure a high rate of acceptance after transplantation, after which the seedlings develop a strong root system that is necessary to provide the desired number of plants per hectare. At the end of the process, it will result in high yield and quality of tobacco.

Benefits of New Solar Dryer are: As a simple construction, the farmer will be able to do it himself. Standardization of Curing Condition (Better Controlled Environment), time saving, about 10%; Better quality Impact, 17,5 % (Existing average purchase price of 217.00 MKD / kg or 3,53 Eur/kg) would increase by 17,5%, if good agro-technical measures are applied, and if there are good climatic conditions during vegetation.

Contributions of New Solar Dryer are: Better use of solar energy, Environmental contribution (do not use polyethylene canvas, use long-lived polycarbonate, use metal instead of timber for drying construction).

Our research is focused on improving the quality of agricultural activities, achieving greater efficiency, a better standard of living for farmers, while maintaining the already recognized quality of Macedonian oriental tobacco on the world market.

References

1. Arsov Z., Kabranova R., Dimov Z., Spirkovska M. (2012). Analysis of Production and Purchase of Oriental Tobacco in Balkan; International Symposium for Agriculture and Food - Skopje, Macedonia, 12-14 December, 2012. UDC: 338.439.4:633.71; UDC: 339.187.6:633.71; 497.
2. Боцески Д. 2003. Познавање и обработка на тутунската суровина. II дополнето издание, Институт за тутун, Прилеп, 678.
3. Георгиевски К. (1990). Тутун и тутунски производи со посебен осврт кон екологијата на тутунот. Стопански весник, Скопје, 556.
4. Kabranova R., Arsov. Z. (2017). Tobacco Production In Macedonia Zbornik Radova s međunarodnog znanstveno-stručnog skupa Duhan u Bosni i Hercegovini – jučer, danas i sutra, Mostar, 2. i 3. listopada 2017. 633.71(497.6) (063)(082) ISBN 978-9926-8198-2-8 COBISS.BH-ID 24438022 pp.37.
5. Kabranova Romina, Arsov Z., Dimov Z., Spirkovska M. (2014), "Impact of Float Tray Technology on Quality of Oriental Tobacco Seedlings"; 49th Croatian & 9th International Symposium on Agriculture, Dubrovnik, February 16 - 21, 2014; Croatia.
6. Kabranova Romina (2012), "The Influence of the Mode of Tobacco Seedlings Production over Yield and Quality of Tobacco"; Ph-D thesis; Faculty of Agricultural Sciences and Food, Skopje; Ss. Cyril and Methodius University in Skopje, Macedonia. UDC:633.715.303:635.074(4977)(043.3); pp.192.
7. Miceska G., Dimitrieski M. (2016). Tobacco production in Macedonia

- CORESTA Congress, Berlin, 2016, Agronomy/Phytopathology Groups, APPOST 39 University of “St. Kliment Ohridski” - Bitola, Scientific Tobacco Institute - Prilep, Republic of Macedonia.
8. State Statistical Office of Republic of Macedonia (2016). Regions of the Republic of Macedonia; Regional Year Book, 2016. ISSN: 1857-6141; 131.
 9. Smith, W D, Fisher, L R, Spears, J F (2003). Transplant production in the float system in Flue-Cured Tobacco; Information. North Carolina Cooperative Extension Service.
 10. Узуноски М. (1989). Производство на тутун, Стопански весник, Скопје, стр.543.
 11. The World Bank Agriculture Modernization Project (P168014).
 12. <https://www.tobaccoasia.com/news/balkans-and-turkey-oriental-tobacco-crop-report/> (May 2, 2019).

ECONOMIC AND SOCIAL ASPECTS OF THE TOBACCO PRODUCTION IN THE REPUBLIC OF NORTH MACEDONIA

Pashovska S. assistant professor

University St. Kliment Ohridski - Bitola, Scientific Tobacco Institute – Prilep

Abstract. In present-day conditions, tobacco production remains mass, globalized production throughout its entire reproductive cycle and retains its basic importance as a serious social and economic culture, despite all other arguments, prohibitions and anti-smoking propaganda by the World Health Organization. The tobacco industry controls a labor force of millions of workers directly in agricultural production and regenerates other employments in primary production, in tobacco processing, in the production of cigarettes, in the trade of tobacco products, and engages the science in the research of its problematics.

The goal of this paper is through the analysis of tobacco production in Macedonia, to perceive its impact in the economic and social sphere, because the ultimate goal of every business is to achieve an economic effect, not neglecting the fact of ensuring a secure livelihood of the population through its greater employment, primarily in small family farms that will provide increased efficiency in operations, reduced costs, increased productivity and an opportunity to accelerate the development of tobacco production itself.

Keywords. Tobacco production, trade, budget, economy, social.

Source of data and method of work

During the preparation of this paper, statistical information was used from the World Bank, the State Statistical Office of the Republic of North Macedonia, the Ministry of Agriculture, Forestry and Water Economy of the Republic of North Macedonia, data published by the magazines: Tobacco Journal, International Year Book, Statistics-Addresses-Brands, Tobacco, World Markets and Trade and more extensive literature.

The data processing was performed by using: analytical, mathematical-statistical and comparative method, as well as tabular and graphical representation.

Introduction

The primary tobacco production is located in areas with low creditworthiness, which are on the margins for other alternative production. These are degraded areas, modest in nutrients, organic and mineral structures, but suitable for growing tobacco - because it is a modest plant with minimal needs of vegetation. Due to such natural conveniences for its production, it covers the smallest part of arable land, and provides multiple incomes, like no other crop.

In the consumer sphere, the products of the tobacco industry are globally inelastic in relation to the price - smokers buy cigarettes with lower price and quality when the price of cigarettes increases, and vice versa, however the consumption re-

mains the same. According to WHO data, tobacco production is correlated with population growth – a population of 6.000.000.000 people accounts for 6.000.000.000 kg of tobacco products (cigarettes), which means that there is a balance between them. World production and tobacco stocks, not considering the current production, are balanced over a long period of time, and often stocks are larger than the current production, certainly at a global level.

The tobacco production in Macedonia in the transition period, especially in the last decade of the 20th century, in regard to the production of oriental tobacco varieties that surround us, is without major shocks. The fluctuations in tobacco production that occasionally occurred before the transition are the result of a typically dry decade and problems related to privatization, economic policy and pricing policy regarding this crop. Due to these causal factors that affect the oscillations in tobacco production, specific measures are taken that relate to agricultural production as a whole and tobacco production as a part of it.

The tobacco production area in Macedonia is characterized by enviable quality and it is globally renowned. Efforts are needed to complete the production and economic policy and strategy, which includes the pricing policy and the necessary incentives in tobacco production.

What is the economic impact of tobacco production in Macedonia?

The Republic of Macedonia, both regionally and globally, on world stock exchanges and markets is a producer of high quality tobacco. Tobacco production accounts for 5% of total exports and almost 30% of exports in the agricultural sector. Tobacco production is gaining an increasing strategic importance for the state economy and it is a significant item when it comes to filling the state budget. The positive balances after the purchase of last year's harvest are supplemented by the upward trends in the value of exported tobacco. Thus, tobacco provides approximately 100 million dollars in foreign exchange inflows annually.

Exports of tobacco and processed tobacco products in 2019 amounted to 23.971 tons, which is a slight decrease of 4% compared to 2014 when exports of 24.718 tons were realized or a decrease of 14% compared to 2013, i.e. 4% compared to 2012.

The total achieved financial results in the export of tobacco and tobacco products in 2018 amounted to 106.700 million dollars and decreased by 28% compared to 2014 when they amounted to 146.213 million dollars or 40% compared to 2013, when the value is 180.876 million dollars.

Below is a tabular presentation of the realized export of fermented tobacco and cigarettes by years (1998 - 2019).

Table 1. Export of tobacco and tobacco products

Product	Unit measure	1998	2002	2004	2005	2008	2010	2011	2013	2014	2019
Fermented tobacco	Tons	14.612	17.378	15.248	15.117	19.305	16.546	21.495	25.444	22.558	22.493
	Average price USA \$	3,39	3,28	3,7	3,8	5,03	5,7	5,5	6,1	5,6	4,2
Cigarettes	Tons	3.760	3.000	2.317	2.315	2.547	3.753	4.431	3.032	2.160	1.478
	Average price USA \$	8,20	6,36	6,34	6,34	10,07	7,5	7,9	9,2	8,3	7,5

Source: Chamber of Commerce of the Republic of North Macedonia

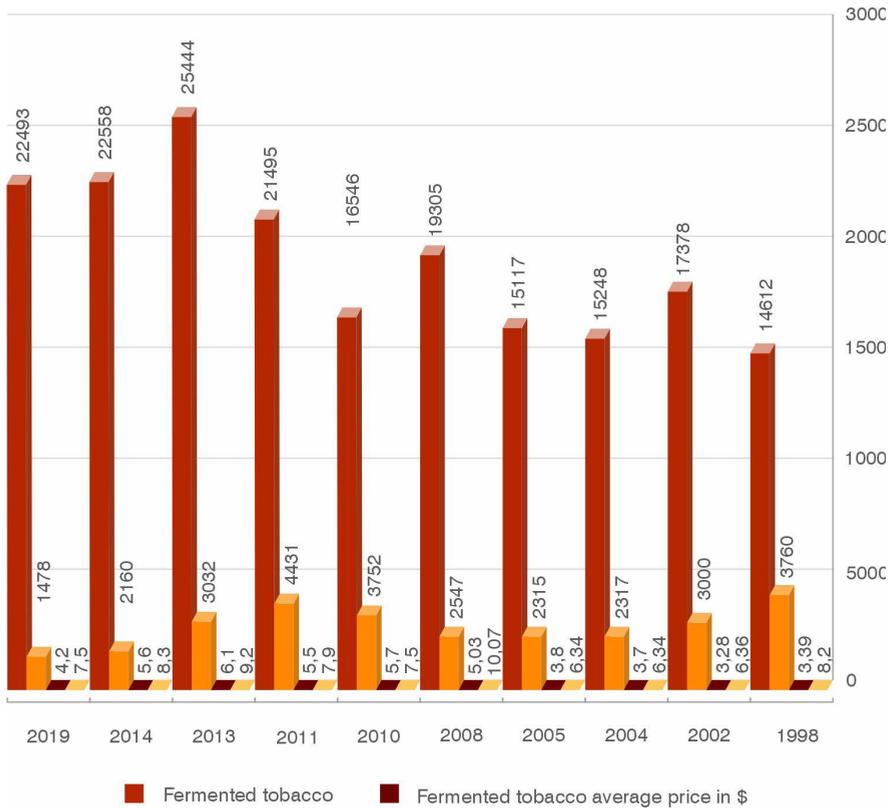


Figure 1. Export of tobacco and tobacco products

The most significant destination for the export of Macedonian tobacco are the EU member states (approximately 70% of the total tobacco export), as follows: Greece 23.5%; Belgium 16.1%; Bulgaria 15.2%; Poland 7%, etc. According to the Stabilization and Association Agreement between the Republic of North Macedonia and the European Union, tobacco is exported to these countries duty free. In addition, tobacco is also exported duty free to CEFTA member states (Serbia, Albania, Bosnia and Herzegovina, Montenegro, Kosovo and Moldova). The most important non-Eu-

ropean country where Macedonian tobacco is exported is the United States with a share of approximately 17% of the total tobacco export.

Regarding the tobacco import, in 2019, 3.476 tons of tobacco and tobacco products were imported which is an increase by 9% compared to the previous year (3.190 tons) or a decrease by 25% compared to 2013 (4.595 tons).

The data on imported tobacco and tobacco products are presented by years in the following table:

Table 2. Import of tobacco and tobacco products

Product	Unit measure	1998	2002	2004	2005	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2019
Fermented tobacco	Tons	6.665	3.381	4.125	2.683	3.260	2.911	3.625	4.968	3.197	1.463	1.216
	Average price USA \$	2,35	2,48	2,04	3,04	3,22	4,67	4,09	4,52	5,4	5,3	4,8
Cigarettes	Tons	400	502	266	266	619	724	980	1.268	1.398	1.724	2.260
	Average price USA \$	6,67	5,80	13,8	13,8	9,49	10,8	11,06	10,4	12,1	13,7	7,84

Source: Chamber of Commerce of the Republic of North Macedonia

Most of the imported tobacco in Macedonia originates from the EU member states, with a share of 75.5% of total tobacco imports, from Bulgaria 39.5%, Spain 15.5%, Greece 7.5%, Italy 5.8 %, etc. This tobacco is imported in the country for the needs of the cigarette factories or for industrial processing/finishing (manipulation and soft draining), which after the processing/finishing is exported as tobacco of the same origin.

According to the Stabilization and Association Agreement between the Republic of North Macedonia and the European Union, tobacco is imported from these countries duty free.

Tobacco is also imported duty free from CEFTA member states (Serbia, Albania, Bosnia and Herzegovina, Montenegro, Kosovo and Moldova).

The most important non-European country from which tobacco is imported is Brazil with a share of approximately 11.5% of the total tobacco import.

The demand for Macedonian oriental tobacco (it is also available in the neighboring countries Bulgaria, Greece and Turkey, but not with the same quality as the Macedonian one) is still high. Tobacco production as an agricultural branch is gaining strategic importance for the state economy and it is a significant item when it comes to filling the state budget.

Production and trade of tobacco and tobacco products participate in the GDP with approximately 3.2%, and the tobacco industry in the total industry of this country participates with 4%, and more than 6% of the total number of employees in Macedonia are engaged in this sector.

However, the value of tobacco production in Macedonia is much higher than expected. Tobacco production has a huge social and economic importance, and this is supported by the number of approximately 40.000 families whose main source of livelihood is tobacco.

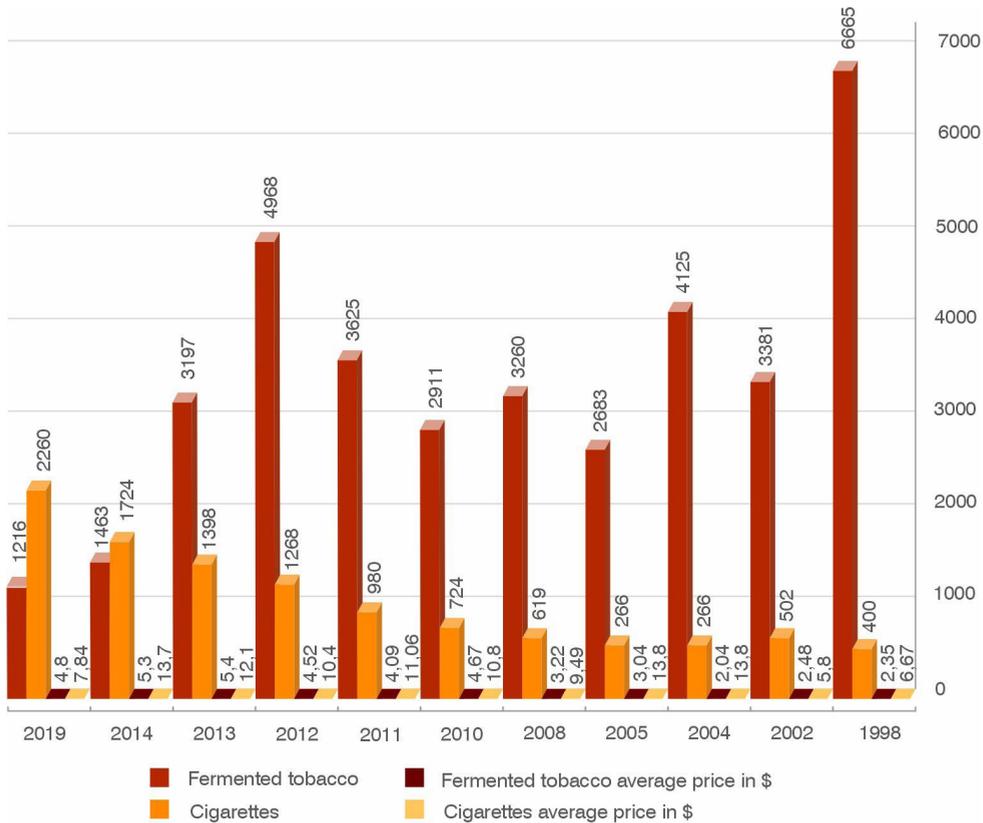


Figure 2. Import of tobacco and tobacco products

The favorable climatic and soil conditions, as well as the cultural basis contributed to the tobacco production to become a Macedonian tradition and a way of life. For many years now, tobacco is a daily preoccupation for approximately 150 thousand citizens, from the morning to the night, and it is a basic source of livelihood.

Essence and significance of the social aspect of tobacco production

When speaking about tobacco production in Macedonia, it is inevitable to mention its social aspect, primarily due to the fact that our country has a large number of unemployed people who want to improve the family budget by engaging in appropriate activities in which their labor will be valorized. One of those activities is certainly tobacco production which, although over time it loses its labor intensity, still certain phases such as harvesting and threading require the involvement of more people compared to any other agricultural crop. In this context, it is important to say that the production operations themselves are far easier, compared to the past, 20-30 years ago, both in terms of the workload of the people, as well as in terms of time engagement. Thus, above all, the planting, digging and threading is facilitated, which in the past accounted for more than 60% of the producer's time.

Below is a graphical representation of the unemployment rate in Macedonia compared to the EU with a total number and according to the educational structure.

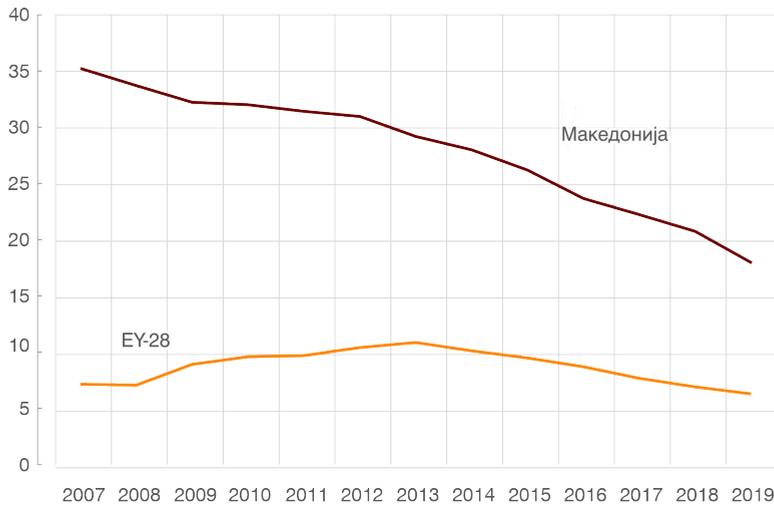


Figure 3. Unemployment rate in Macedonia and the EU 2007 - 2019
Source: State Statistical Office of the Republic of North Macedonia

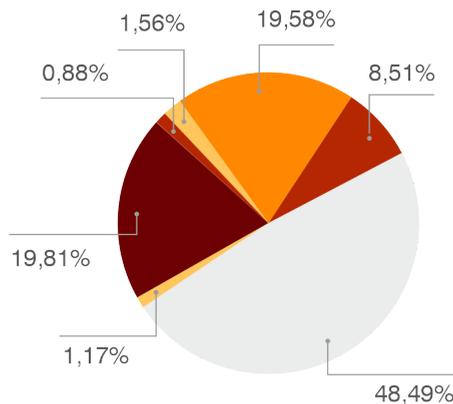


Figure 4. Structure of unemployed people in 2018 according to education
Source: State Statistical Office of the Republic of North Macedonia

The analysis of the social aspect of tobacco production is interesting also in terms of preserving the tradition and unity in the family as a basic cell in a society, primarily due to the engagement of all members of a household, especially young people who have a fulfilled working day, and the elderly members can feel useful and fulfilled through their engagement at certain stages of production.

For this particular reason, the tobacco production in Macedonia will be one of the priority activities in the future, but of course with a contemporary approach to it and by applying natural, economic, demographic, social and other aspects, as well as

by monitoring the development of technique, technology, science and the experience of modern countries.

Conclusion

The analysis of the economic - social aspects suggests the fact that tobacco production is of special importance for our country. As an agricultural crop, it engages more than 200.000 people, which is approximately 10% of the total population, it provides relatively high income per household without major investments and ongoing deposits, and it is a significant item in the state budget. This does not suggest the fact that tobacco in Macedonia has a future and it is the only crop that has no alternative or substitute for another crop that would provide such high income with the same way of investing and in the same conditions. Climatic conditions, soil availability, experience and tradition of the population in tobacco production are a solid basis for its further existence as an important economic activity with a potential for further development, increased production and higher income.

References

1. Miceski Trajko. Development of Tobacco Production in the Republic of Macedonia in accordance with the intentions of the European Union, Association of Agroeconomists of the Republic of Macedonia and GTZ - Agropromotion Skopje, 2004.
2. Poposki Ljuben. For or Against Tobacco - Anti-smoking Propaganda, Society for Science and Art. Prilep, 2008.
3. Paul Newbold, William L. Carlson, Betty Thorne. "Statistics for Business and Economics", USA, 2010.
4. State Statistical Office of the Republic of North Macedonia. 2020.
5. Chamber of Commerce of the Republic of North Macedonia. 2020.
6. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2020.

Решение конференции

I Международная научная конференция «Состояние и перспективы мировых научных исследований по табаку, табачными изделиями и инновационной никотинсодержащей продукции» организована и проведена Федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий» (ФГБНУ ВНИИТТИ, Краснодар, РФ). Конференция состоялась 17 ноября 2020 г. в онлайн формате на сайте <https://tobacco-science.ru>. Партнером конференции выступила компания Philip Morris International (PMI).

Всего в конференции приняли участие более 55 специалистов из научных и образовательных организаций разных стран мира – Российской Федерации, Белоруссии, Северной Македонии, Болгарии, Албании, Вьетнама, Индонезии, Филиппин.

Сдокладами на научной конференции выступили ученые из 4 учреждений зарубежных стран: Прилепского научно-исследовательского института табака Университета Святого Климента Охридского (Битола, Республика Северная Македония) – 5 докладов, Университета Святых Кирилла и Мефодия (Скопье, Республика Северная Македония) – 1 доклад, Сельскохозяйственного университета Тирана (Тирана, Албания) – 1 доклад, Вьетнамского института табака (Ханой, Вьетнам) – 1 доклад, а также компании Cerulean – 1 доклад. Из зарубежных организаций поступило 9 докладов.

Ученые ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий» (Краснодар, Российская Федерация) представили на конференцию 10 докладов, Кубанского государственного технологического университета (Краснодар, Российская Федерация) – 1 доклад.

Всего на конференцию поступило 20 докладов.

Следует отметить высокий научный уровень представленных докладов, а также актуальность и новизну результатов, положенных в их основу. Тематика докладов связана с исследованиями инновационной никотинсодержащей продукции, табачной продукции, табака и его первичной обработки. Представлен сравнительный анализ содержания токсичных веществ в аэрозоле контрольной сигареты 3R4F и изделий из табака нагреваемого; показаны результаты исследований токсичных веществ: карбонильных соединений и табачных специфических нитрозаминов с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии / масс-спектрометрии (ВЭЖХ / МС-МС) в аэрозоле инновационных продуктов – электрической системе нагревания табака (ЭСНТ), электронных систем доставки никотина (ЭСДН) и в дыме коммерческих сигарет и референтных сигарет 3R4F; освещены основные аспекты исследований инновационных видов нетабачной никотинсодержащей продукции орального потребления, актуальные вопросы качества и безопасности табачных изделий и инновационных видов продукции; раскрыты

факторы, определяющие уровень токсичности табака для кальяна; показана работа по стандартизации табачной отрасли с целью совершенствования действующих и разработке новых стандартов; дана оценка российского рынка табачной продукции в разрезе производства и потребления; проведена оценка влияния качества нелегальной табачной продукции на потребителей. Показано использование геномов устойчивости диких видов рода *Nicotiana* в селекции табака; представлены химические и физические свойства табака сорта Прилеп 66 9, полученного путем применения мер комплексного производства в сравнении с традиционным производством табака, а также химические свойства некоторых дигиплоидных сортов и линий типа Прилеп. Рассмотрены современные направления в технологии возделывания и защиты табака, результаты исследования влияния У-вируса картофеля на рост, развитие, урожайность и химический состав табака трубоогневой сушки на севере Вьетнама, биоконтрольные агенты *Trichoderma* для защиты рассады табака. Представлены инновационные мало- и безотходные технологии в табачной отрасли и перспективы применения микроплазменной обработки табачных листьев для последующей переработки. Освещены новые подходы в производстве табака восточного типа, экономические и социальные аспекты производства табака в Республике Северная Македония.

Важной составляющей конференции стала видео-презентация по особенностям испытаний систем доставки никотина на лабораторной курительной машине линейного типа *Cerulean* во Всероссийском научно-исследовательском институте табака, махорки и табачных изделий, (г. Краснодар, РФ), а также обзор курительных машин, представленный компанией *Cerulean*.

По результатам исследований участники конференции констатируют актуальность рассматриваемых проблем, решение которых будет способствовать развитию производства табачной и инновационной никотинсодержащей продукции на более высоком современном потребительском уровне, получению качественного табака и табачного сырья с высокими функционально-технологическими свойствами и повышенной безопасностью.

Конференция рекомендует:

- проводить дальнейшее развитие научных исследований по изучению инновационных табачных продуктов: электрических систем нагревания табака (ЭСНТ) и электронных систем доставки никотина (ЭСДН), никотинсодержащей некурительной продукции орального потребления;
- расширение научных исследований по разработке методологии комплексной оценки табачных и инновационных никотинсодержащих продуктов на основе современных методов контроля безопасности и качества продукции и нормативной документации с учетом международных требований;
- дальнейшую разработку современных ресурсосберегающих технологий

изготовления табачной и инновационной никотинсодержащей продукции с регулируемыми показателями качества, пониженной токсичностью;

- продолжение исследований по разработке экологичных, энергоресурсосберегающих и экономически обоснованных технологий производства высококачественного табака и табачного сырья с использованием инновационных селекционных, агротехнологических, физико-химических процессов и методов получения сельскохозяйственной продукции.

Организационный комитет выражает признательность партнеру конференции – компании Philip Morris International (PMI) и всем участникам конференции за предоставленные доклады и активное участие в работе международной научной конференции.

Конференция «Состояние и перспективы мировых научных исследований по табаку, табачным изделиям и инновационной никотинсодержащей продукции» показала важность исследований по инновационной никотинсодержащей продукции, табачным изделиям и табаку.

**Состояние и перспективы мировых научных исследований
по табаку, табачным изделиям и инновационной
никотинсодержащей продукции**

I Международная научная конференция
17 ноября 2020 года

**Global studies of tobacco, tobacco products, and innovative
nicotine-containing products: status and perspectives**

I International scientific conference
November 17, 2020

Публикуется в авторской редакции

Подписано в печать 25.12.2020. Формат 70×100¹/₁₆.

Печать цифровая. Бумага Maestro.

Усл. печ. л. 17,74. Тираж 500 экз. Заказ № 21007.

Издательство ООО «Просвещение-Юг»
350080, г. Краснодар, ул. Бородинская, 160/5. Тел.: 212-61-82.

Тираж изготовлен в типографии ООО «Просвещение-Юг»
с оригинал-макета заказчика.
350080, г. Краснодар, ул. Бородинская, 160/5. Тел.: 239-68-31.