



Original researches

Identification of the Genus Nicotian for the Selection of the Ukrainian Group of Rustic Tobacco

K. A. Sheydik¹, O. I. Savina², M. M. Kharitonov²¹Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine²Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

Received: 23 September 2020

Revised: 28 September 2020

Accepted: 29 September 2020

Uzhhorod National University, Gruzinska Str.
7, Uzhhorod, 88000, UkraineDnipro State Agrarian and Economic
University, Serhii Efremov Str., 25, Dnipro,
49000, Ukraine

Tel.: +38-095-194-22-94

E-mail: caroline.sheydik@uzhnu.edu.ua

Cite this article: Sheydik, K. A., Savina, O. I., & Kharitonov, M. M. (2020). Identification of the genus Nicotian for the selection of the Ukrainian group of rustic tobacco. *Agrology*, 3(4), 205–213. doi: 10.32819/020024

Abstract. *N. rustica L.* as a technical product is an underestimated crop, due to the rich number of valuable compounds in interest to the pharmaceutical, hydrolysis, microbiological and pulp and paper industries. The task is, to determine the chemical composition of *N. rustica L.* for the introduction of the best samples in the selection process. The purpose of the study – restore the collection of *N. rustica L.* by involving introduced varieties to the selection process. The main material for the research was, a collection of domestic local varieties – representatives of different ecotypes with a large set of economically valuable traits, with high adaptability to cultivation in certain conditions of their cultivation. During 2014–2019, the Transcarpathian State Research Station of NAAS carried out exploratory work on the restoration and creation of the collection *N. rustica L.* by involving introduced varieties to the selection process. To assess the varieties used methods for assessing shag for distinctiveness, homogeneity and stability. The selection of varieties of the Ukrainian group *N. rustica L.* and combining them into groups was based on economically valuable traits (length of the growing season, yield, type of raw materials and requirements for agronomic growing conditions) and morphological traits. Varieties such as Khmelovka, Kurchava, Vysokorosla Zelena, Malopasynkova, Zhovta, Bakun are grown in the Transcarpathian State Agricultural Research Station in order to preserve valuable varieties, improve their growing conditions in the Transcarpathian region and restore valuable aromatic and medicinal culture. As a result of observations it was established, that the duration of summer – autumn development of *N. rustica L.* in the studied varieties averaged 135 days, and depending on the variety 100–149 days. Chemical plants research of the genus *Nicotiana* involves the accurate study of the composition on different types of tobacco raw materials and the development methods for objective assessment of product quality. These studies allow to determine the degree of improvement on certain technological tobacco processing means, to develop methods of changing the tobacco raw materials composition in the right direction, and makes it possible to obtain valuable substances (nicotinic acid) in the maximum amount for a particular plant. The nicotine content in the varieties of the Ukrainian group was studied and were selected the samples with the highest nicotine content and the best varietal qualities of vegetative mass productivity and vegetation duration. The nicotine content depends on many factors. Nicotine content depends on the color of the leaf blade of *N. rustica L.* A higher nicotine content was recorded in the leaves of intense green color compared to light-colored. The absorption spectra of distillates samples of *N. rustica L.* shag samples are identical to those obtained for the standard nicotine solution, except for samples of shag varieties on local shag and Bakun black. As a result, chemical analysis of shag samples and the nicotine content in the varieties of the Ukrainian group was determined and samples with the highest nicotine content and the best varietal qualities (vegetative mass productivity and vegetation duration) were identified. Almost all samples have a high nicotine content, but only two cultivars should be distinguished – Koriotes dark, in which the nicotine content exceeded 2%, and Khmelivka cultivar, reacted very positively to the growing conditions, and the nicotine content in the cultivars of this cultivar (Kharkiv, Ukrainka and Voronezh) was also quite high and exceeded 1%. The result of available material processing is developed classification of varietal variety of shag, studied morphological characteristics and biological features of the Ukrainian cultivars group, established varietal characteristics of the main phenological phases of shag development, identified varieties with early growing season and early tying boxes in selections work, to accelerate the harvest and value to breeders as source forms. *Nicotiana rustica* cultivars belonging to the cultivars of the Ukrainian group have a fairly fast season growing and a short flowering period, which is not desirable in the growing process, but at the same time the cultivars of this group form sufficient amount of vegetative mass for industrial cultivation and have a high nicotine content.

Keywords: shag; taxonomy; morphology; nicotine; varieties; groups; cultivars; collection.

Ідентифікація роду *Nicotian* для виділення Української групи махорок

К. А. Шейдик¹, О. І. Савіна¹, М. М. Харитонов²

¹Ужгородський національний університет, м. Ужгород, Україна

²Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

Анотація. *N. rustica L.* є недооціненою культурою як технічний продукт, багатий на велику кількість важливих сполук, що являють інтерес для фармацевтичної, гідролізної, мікробіологічної та целюлозно-паперової промисловості. Задача полягає у визначенні хімічного складу *N. rustica L.* для впровадження найкращих зразків у селекційний процес. Мета дослідження – відновлення колекції *N. rustica L.* шляхом включення в селекційний процес інтродукованих сортів. Основним матеріалом для досліджень слугувала колекція вітчизняних місцевих сортів – представників різних екотипів з великою сукупністю господарсько-цінних ознак з високою адаптивністю до вирощування в певних умовах їх культивування. Протягом 2014–2019 рр. на Закарпатській державній дослідній станції НААН проводили пошукову роботу з відновлення і створення колекції *N. rustica L.* залученням до селекційного процесу інтродукованих сортів. Для оцінки сортів використовували методики оцінки махорки на відмітність, однорідність і стабільність. В основу виділення сортотипів Української групи *N. rustica L.* і об'єднання їх у групи покладено господарсько-цінні ознаки (тривалість вегетаційного періоду, урожайність, тип сировини та вимоги до агротехнічних умов вирощування) і морфологічні ознаки. Такі сортотипи, як Хмелівка, Курчава, Високоросла Зелена, Малопасинкова, Жовта, Бакун, вирощують на полях Закарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції, щоб зберегти цінні сорти, покращити умови вирощування культури в Закарпатті, відновити цінну ароматично-лікарську рослину. У результаті спостережень встановлено, що тривалість літньо-осіннього розвитку *N. rustica L.* досліджуваних сортів становила від 100 до 149 діб. Хімічні дослідження рослин роду *Nicotiana* пов'язані з вивченням складу різних типів тютюнової сировини і розробкою методів об'єктивної оцінки якості продукції. Ці дослідження дозволяють визначити рівень застосування тих чи інших технологічних засобів обробки тютюну, розробити методи змінення складу тютюнової сировини в потрібному напрямку, дає можливість отримати цінні речовини (нікотинову кислоту) в максимальному обсязі для певної рослини. Досліджено вміст нікотину в сортах Української групи та виділено зразки з найвищим вмістом нікотину й такими найкращими сортовими якостями, як продуктивність вегетативної маси і тривалість вегетації. Вміст нікотину залежить від багатьох факторів, зокрема від забарвлення листової пластинки *N. rustica L.* Найбільший вміст нікотину зафіксований у листках інтенсивно-зеленого забарвлення порівняно зі світлозабарвленими. Спектри поглинання дистилатів проб махорки *N. rustica L.* ідентичні тим, що отримані для стандартного розчину нікотину за винятком зразків махорки сорту Махорка місцева і Бакун чорний. Під час хімічного аналізу зразків махорки виявлено вміст нікотину в сортах Української групи та зразки з найвищим вмістом нікотину й найкращими сортовими якостями (продуктивність вегетативної маси і тривалість вегетації). Майже всі зразки мають досить високий вміст нікотину; особливо виділяються сортотипи Високоросла Зелена і *Koriotes dark*, вміст нікотину в кожному з них перевищував 2%. Сортотип Хмелівка дуже позитивно відреагував на умови вирощування. Вміст нікотину в сортозразках цього сортотипу (Харківська, Українка і Воронезька) був теж доволі високим і перевищував 1%. Результатом опрацювання наявного матеріалу є відпрацьована класифікація сортової різноманітності махорок; вивчені морфологічні ознаки і біологічні особливості Української групи сортотипів; встановлено сортові особливості проходження основних фенологічних фаз розвитку культури; виділено сорти з раннім періодом вегетації та раннім зав'язуванням коробочок, які можуть бути використані в селекційній роботі на пришвидшення отримання врожаю, цінними для селекціонерів як вихідні форми. У сортів *Nicotiana rustica*, які належать до сортотипів Української групи, відзначено досить швидкий період вегетації та короткий період цвітіння, що не є бажаним у процесі вирощування, але разом з тим сортозразки групи формують достатню кількість вегетативної маси для вирощування в промислових цілях та мають високий вміст нікотину.

Ключові слова: махорка; систематика; морфологія; нікотин; сорти; групи; сортотипи; колекція.

Вступ

Рослина *Nicotiana rustica L.* (відома також як “дикий тютюн”, “ацтекський тютюн” або “махорка”) та *Nicotiana tabacum L.* (звичайний тютюн) є лише двома зі 76 видів *Nicotiana* (*Solanaceae*). Сорти роду *Nicotiana* – махорка і тютюн, належать до однієї родини пасльонових, але зовнішнім виглядом і внутрішніми якостями вони значно різняться між собою. *N. rustica L.* є недооціненою культурою, яка вміщує в собі багато біологічно активних речовин, що мають сильний вплив на людський організм. *N. rustica L.* колись була одним із видів курильної продукції, але згодом вона втратила свої споживачів. За курильними якостями вона не в змозі конкурувати з *Nicotiana tabacum L.*, але має цінність як технічний продукт, зокрема виділення нікотину та інших корисних речовин. Задача полягає у визначенні хімічного складу *N. rustica L.* для впровадження найкращих зразків у селекційний процес та у виробництво. Відзначимо, що тютюн досі використовується в деяких країнах для лікування корости у тварин (Hirschmann & De Arias, 1990) або як антидот при зміїних укусах (Martínez & Luján, 2011). Згідно з науковими підходами етнофармакології

листя махорки використовують при лікуванні виразкових абсцесів, свищів, виразок, закоренилих поліпів та багатьох інших недуг (Xie et al., 2012). Водний настій махорки є широковідомим засобом біологічного захисту від шкідників у органічно-землеробстві.

Одним із факторів, заради чого вирощують махорку, є високий рівень алкалоїдів та її придатність для промислового виробництва нікотину й нікотинвмісних продуктів (Jassbi et al., 2017; Kurucu et al., 1998). Згідно з результатами лабораторних мікробіологічних досліджень, які проведені в Університеті харчових технологій (Болгарія), два отриманих ароматичних продукти (конкрет та резиноїд) перевіряли на антимікробну активність щодо набору тест-мікроорганізмів. Вони пригнічували ріст двох грампозитивних бактерій, тобто золотистого стафілокока та *Bacillus subtilis* (Bakht et al., 2013; Popova et al., 2020). Решта випробуваних бактерій, дріжджі та цвілі не були чутливими до цих двох ароматичних продуктів з листя *N. Rustica*.

Після закінчення ламання тютюнового листа на 1 га поля залишається до 80–85 тис. стебел із 3–4 дрібними верхніми листочками і суцвіттями з насінням, які містять значну кількість таких хімічних сполук, як алкалоїди, білки, тютюновий білок

двох фракцій, соланесол, екстракти органічних кислот, ліпіди, а також масло з насіння тютюну (Smailov & Samieva, 2008). До 80% загальної маси повітряно-сухої сировини становлять целюлоза, пентозани і лігнін (Samieva, 2013). Ці сполуки являють інтерес для гідролізної, мікробіологічної, целюлозно-паперової промисловості.

Індійські вчені рекомендують використовувати “трубі екстракти”, що містять зазначені кислоти, як компоненти добрив для аграрного виробництва, оскільки в такій препаративній формі зафіксовано більш тривале утримання фосфорних компонентів у ґрунті за рахунок ефекту хелатування органічних кислот з іонами заліза і алюмінію (Chakraborty et al., 1983). Махоркову олію використовують у виробництві фарб, лаків і мила.

Види *N. rustica L.* і *N. Tabacum L.* належать до роду *Nicotiana* родини *Solanaceae*. Ця родина включає 85 родів і понад 2000 видів, поширених в Америці, Африці, Австралії, Європі та Азії. Головний рід родини – *Solanum* – налічує до 1500 видів, більш великих за інші роди – *Petunia*, *Cestrum* і *Nicotiana*. По деяких сортотипах *Nicotiana* визначено декілька переваг, серед яких велике фенотипове різноманіття, схильність до контрольованої гібридизації та маніпуляцій з плодючістю, а також високу плодючість та чудову реакцію на культуру тканин *in vitro* (Lewis, 2011). Отже, *N. tabacum* та *N. benthamiana Domin* виявилися модельними організмами в генеруванні нових знань, пов’язаних з гібридизацією, цитогенетикою та поліплоїдною еволюцією (Goodin et al., 2008; Zhang et al., 2011; Bally et al., 2018; Schiavinato et al., 2019).

Паралельно з амфіплоїдією види *Nicotiana* піддавалися генетичній диференціації, що включає анеуплоїдію, генні мутації, хромосомні зміни і гібридні рекомбінації (Mehmood et al., 2020). На сьогодні існують види, що являють собою останній еволюційний етап роду, і на даному етапі наймолодші 24 парні види займають найвище філогенетичне положення. До цих видів належать *N. rustica L.* і *N. tabacum L.*

Еволюція роду *Nicotiana* відбувалася на Південно-Американському континенті десятки мільйонів років, протягом яких рееструвалися заledenіння, зміна посушливих і вологих періодів, масові епіфітотії хвороб та шкідників, тому сучасні види *Nicotiana*, в тому числі *N. rustica L.* і *N. tabacum L.*, мають потенційно адаптивні генотипи до багатьох несприятливих умов (Ortiz, 1963). Численні дані підтверджують, що *N. rustica L.* і *N. tabacum L.* культивувалися на континенті тривалий час, і його ареал включав сучасні території Мексики, Центральної Америки та велику частину Південно-Американського континенту (Bährle-Rapp, 2007). Отже, ще в епоху Колумба існувала певна технологія вирощування та обробки нікотинвмісних рослин, яка збереглася до нашого часу (Knapp et al., 2004).

Поліплоїдна природа виду, його гетерозиготний стан, як фактори формування, сприяли великій внутрішньовидовій видозміні в різних природних умовах зростання, а під впливом природної гібридизації і активної діяльності людини створені нові необхідні форми (Binorkar & Jani, 2012). За тривалої культури в різних еколого-географічних зонах сформувалася велика різноманітність сортів і форм *N. rustica L.*

Мета дослідження – відновлення колекції *N. rustica L.* шляхом залучення до селекційного процесу інтродукованих сортів. Створення класифікації сортової різновидності *N. rustica L.* допоможе у вивченні морфологічних, біологічних ознак та технологій вирощування, групуванні віднайдених сортів та сортотипів *N. rustica L.*, що є цінним джерелом в селекції на стійкість, продуктивність та створення малозатратних (безпасинкових) сортів *N. rustica L.*

Матеріал та методи

Основним матеріалом для досліджень слугувала колекція вітчизняних місцевих сортів – представників різних екотипів з

великою сукупністю господарсько-цінних ознак, високою адаптивністю до вирощування в певних умовах їх культивування. Протягом 2014–2019 рр. на Закарпатській державній дослідній станції НААН проводилася пошукова робота з відновлення і створення колекції *N. rustica L.* шляхом залучення до селекційного процесу інтродукованих сортів. Отримані дані обробляли статистично і в ході дослідження, що дозволило сформувати Українську групу махорок за ознаками продуктивності, тривалості вегетаційного періоду та хімічним складом.

Рослини вирощували розсадним способом. Повторність дослідження – двократна, ділянки – однорядкові, з площею до 20 м². Погодні умови під час дослідження майже не відрізнялися від середніх багаторічних. Для отримання біометричних даних виміри проведено на 20-ти типових рослинах одного сорту. Кількість листків підраховано в кінці вегетації. Розмір зазначено відповідно до листків середнього ярусу.

Для оцінки сортів використовували методики оцінки махорки на відмітність, однорідність і стабільність. Для загального визначення алкалоїдів у *N. rustica L.* розроблено багато методів (Tatarchenko et al., 2013). Залежно від того, на якому принципі ці методи засновані, їх розділяють на 6 груп: тетрометричний, гравіметричний, колориметричний, хроматографічний, метод типу “визначення рівня” та спектрометричний метод, застосований в нашому дослідженні.

У селекційній роботі підбір пар і гібридизація сортів північного і південного типів широко застосовують для отримання високоякісних і високопродуктивних типів *N. rustica L.* З цієї метою використовували багаторічні матеріали сортовивчення колекції сортів Закарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції махорок, зібраних у населення. Важливим в оцінці цього матеріалу для формування колекції махорки було встановлення хімічного складу сировини. Визначення алкалоїдів проводили спектрофотометричним методом згідно з міжнародним стандартом адаптованого ГОСТ 30038-93 (ISO 2881-77) “Тютюн і тютюнові вироби. Визначення алкалоїдів у тютюну. Спектрофотометричний метод”. Спектри світлопоглинання реєстрували в діапазоні 400–200 нм на спектрофотометрі “Shimadzu 2600” з можливістю вимірювання А до 5 одиниць оптичної густини в 1 см кюветах, використовували класичну установку для перегонки з водяною парою. Як стандарт приймали розчин нікотину в пропіленгліколі зі С=100 мг/мл та попереднім його розведенням розчином сульфатної кислоти. Спектри світлопоглинання готового розчину стандарту та розчину стандарту після його відгонки з водяною парою підтверджують відсутність втрат аналіту при перегонці і практично повне відкриття нікотину в дистилаті (рис. 1).

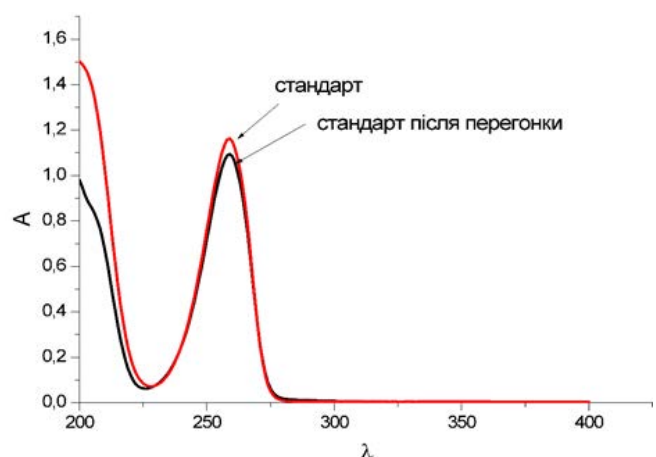


Рис. 1. УФ спектри стандартного розчину нікотину

Спектри поглинання рідин і твердих тіл суцільні. Значення оптичних густин A при довжинах хвиль $\lambda_{236,259,282}$ використовували для розрахунку відкоректованого значення поглинальної здатності за формулою

$$A = 1,059 \left(A_{259} + \frac{A_{236} + A_{282}}{2} \right), \text{ кг/м}^3.$$

Розрахунок у відсотках нікотину:

$$C_{10}H_{14}N_2 = \frac{100 \cdot V \cdot X}{34,3 \cdot 1000 \cdot m},$$

де V – об'єм дистильату, 250 мл;

34,3 – коефіцієнт світлопоглинання нікотину в сульфатній кислоті;

A – значення поглинальної здатності;

m – маса махорки, взятої в колбу для відгонки, г.

Елементний аналіз проведено на приладі Elementar Vario Marco Cube (Німеччина) з використанням високоочищеного кисню, азоту та сульфаніlamіду як стандарту.

Результати

В основу виділення сортотипів Української групи *N. rustica* L. і об'єднання їх у групи покладено господарсько-цінні ознаки (тривалість вегетаційного періоду, урожайність, тип сировини та вимоги до агротехнічних умов вирощування) і морфологічні ознаки. Сорти, найбільш поширені в Україні, згруповані за типами (рис. 2).

Основним матеріалом під час формування колекції нам служив збережений фермерами, окремими приватними особами

аматорський матеріал вітчизняних місцевих сортів, які виразно представляють різні екотипи з великою сукупністю господарсько-цінних ознак, добре адаптованих до вирощування в певних умовах їх культивування.

Сорти типу Хмелівка. Для типу характерним є середньорослі, сильно вкриті великим темно-зеленим листям рослини. Розміщення листків горизонтальне, нижніх – опущене. Пластина середнього листка широкосерцевидна, з широкою серцеподібною основою та притупленою верхівкою. Поверхня нерівномірна, сильно випукла, у глибоких складках. Краї листка сильно хвилясті, злегка зігнуті до низу. Тканина листка товста, високоматеріальна. Пасинки слабкі, але після пасинкування інтенсивно відростають. Суцвіття – скручене, багатоквіткове віяло. Квіти великі, віночок з широким квітколожем. Коробочка велика широкоовальної форми. Сорти середньостиглі та пізньостиглі. На початку вегетації добре виражена фаза розетки. Від висаджування до цвітіння 36–64 доби, до збирання врожаю – 73–115. Урожайність висока. Стебло з густо розміщеними листками (58–80%). Вміст нікотину середній і низький. Особливістю цього типу є відносно низька вимогливість до умов культури, хороша посухостійкість. Рослини сильно уражуються бактеріальною рябухою та пероноспорозом, порівняно стійкі до підгорання. Серед місцевих українських сортів тип Хмелівка досить розповсюджений. До нього належать Гук, Смолянка, Церковище, Приймаківка та інші. До Хмелівки відносяться і середньоросійські сорти Воронежська 2 і Сліпухинська, що відрізняються від Хмелівки 125-С більш коротким періодом вегетації та більшим вмістом нікотину. До цього ж типу включено й сорт Волгоградський, районований у Саратовській та Волгоградській областях.

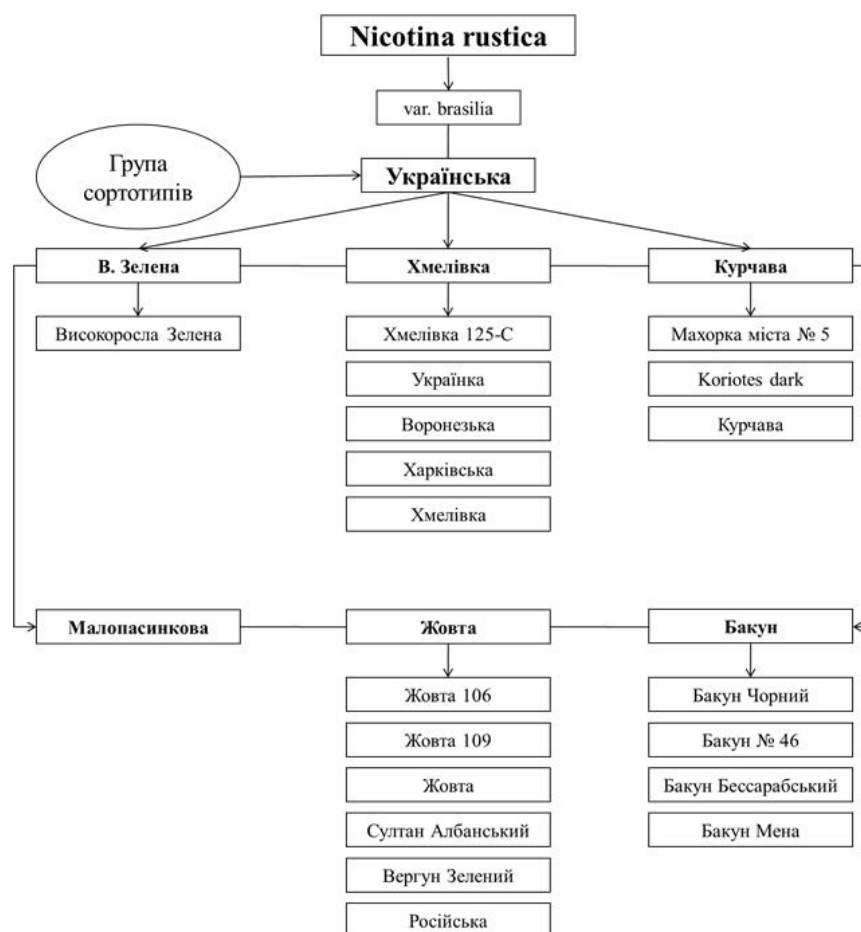


Рис. 2. Українська група сорторазків *N. rustica* L.

Сорти типу Курчава. Рослини середньорослі і високорослі з горизонтально розміщеними і дахоподібно вигнутими листками. Стебло ребристе, пасинки слабкі. Листя темно-зеленого, оливкового кольору, широкосерцеподібної форми, з вузькою серцеподібною основою та прямою стиснутою верхівкою. Краї листя опушені і навіть підігнуті. Характерною є сильно і рівномірно опушена “курчава” поверхня. В умовах достатнього зволоження курчавість згладжується. Верхні листки повторюють форму середніх, різко випуклі, верхівка сильно стиснута вісімкою та припіднята. Суцвіття – витягнута волоть з квітами, які розміщуються здебільшого на квітконіжках з приквітниками. Зів віночка широкий. Коробочка велика, широкоовальної форми.

Вегетативний період – середній, від висаджування до цвітіння 32–58 днів, до збирання врожаю 70–96 днів. Сорти майже не стійкі до бактеріальної рябухи. Характеризуються підвищеною вимогливістю до волого забезпечення. Урожайність середня. Уміст нікотину підвищений – 9,4%. Стебло значно густо вкрите листям (57–79%). Смакові якості низькі. Сорт Курчава 196 до 1941 року був широко розповсюджений в центральних областях України. До цього ж типу відносяться місцеві українські сорти Григорівка, Ковалі, Лемішки та ін.

Сорти типу Високоросла Зелена. Рослини висотою 70–105 см, нещільно вкриті листям. Розміщення листків горизонтальне. Пластинка листка не вигнута. Габітус відкритий. Стебло округле або слабо ребристе, тонкої та середньої товщини (1,4–2,2 см), міжвузля видовжені. Пластинки сильні. Середні листки округлосерцеподібною і широкояйцеподібною форми, з прямою або широкосерцеподібною основою. Довжина листка 22–29 см. Верхівка притуплена або округла. Поверхня майже гладка або сильнохвиляста. Забарвлення зелене або світло-зелене. Тканина листка середньої товщини. Суцвіття пухке, витягнуте, злегка закручене на верхівці. Вегетаційний період середній, кількість днів від висаджування до цвітіння 35–40, до збирання врожаю 77–92 доби. Темпи росту в початковий період вегетації швидкі, що забезпечує в розсадниках і на посівах сіянки дружні сходи. Сорти вимогливі до добрив та вологи. Майже не уражуються бактеріальною рябухою і підгоранням. Основний сорт – Високоросла Зелена 317 селекції Лохвицької дослідної станції був широко розповсюджений. Сорт Пехлець 39/34 селекції Дрязгинської дослідної станції, був поширений в центральних областях України. Новий, менш трудомісткий сорт Пехлець малопасинковий 4 в короткі строки зайняв основні площі під махоркою в центральних областях України. До сорто типу відносяться також сорти Високоросла 12/12, Полтавчанка 348 та місцеві сорти Алтайського краю і Дальнього сходу.

Сорти типу Малопасинкова. Новий тип об’єднує групу сортів махорки, що мають спільне походження і володіють новими господарсько-цінними ознаками – малопасинковістю. У таких сортів після пасинкування не відростають вторинні пасинки, що на 30% знижує витрати праці на догляд за рослинами в полі. Як основний вихідний матеріал для нового напряму в селекції використано малопасинковий гібрид з недорозвиненим суцвіттям, умовно названий Омега, отриманий віддаленим схрещуванням африканського сорту Колубі зі Стемасом. Перший малопасинковий сорт Лохів був виведений шляхом гібридизації Омеги з високоврожайним сортом Хмелівка 125-С.

Сорт Малопасинкова 2 (Омега × Позднікі) виведений на Українській дослідній станції по тютюну та махорці. За типом схожий на Хмелівку 125-С. Рослини середньорослі, густо вкриті листям, з горизонтальними темно-зеленими листками і щільними суцвіттями. Форма пластинки листка серцеподібна. Довжина середнього листка 21–23 см. Поверхня сильно випукла. Тканина листка товста. Стебло ребристе, товсте. Міжвузля короткі. Перші пасинки сильні, у верхньому ярусі листя спостерігається зростання пасинків зі стеблом. Після обламування вторинні пасинки в нижніх і середніх ярусах не відростають. Сорт середньостиглий, з уповільненим ростом на початку вегетації. Від посадки до збирання врожаю 93–105 днів. Значно уражується бактеріальною рябухою, стійкий до підгорання.

Врожайність висока. Сировина добре вкрита листям. Вихід листа 57–62,2%. Уміст нікотину низький, якість паління невисока. До цього типу відносяться також пізньостиглі врожайні сорти Ювілейна 40, Малопасинкова 10.

Сорти типу Жовта. Група сортів зі світло-зеленими або жовтуватими листками, які в період дозрівання набувають яскраво-жовтого або лимонного забарвлення. Стебло опушене. Віночок квітки кремовий. За походженням рослини є природними мутантами зі зміненим забарвленням. Уперше культура жовтої махорки з’явилася на Україні, де утворився основний район її виробництва. У невеликих масштабах жовту махорку вирощували й в Сибіру. На Українській дослідній станції по тютюну та махорці методом індивідуального відбору з місцевої популяції виведені сорти Жовта 106 і Жовта 109, які широко використовувалися у виробництві. Це середньорослі, нещільно вкриті листям махорки з округлосерцеподібною і широкояйцеподібною формою листя, з відносно коротким черешком. Тканина листка тонка та щільна. Стебло слаборебристе, щільне. Суцвіття – волоть середньої щільності. Коробочки порівняно дрібні, конічної форми. Вегетаційний період – середній, від висаджування до цвітіння 36–40 днів, до збирання врожаю 80–84 доби. Урожайність невисока, приблизно на 30% нижча, ніж у Хмелівки 125-С. Післяврожайна обробка пов’язана з більш енергійним процесом ферментації порівняно зі зеленими махорками. Сировина жовтих махорок відрізняється жовтим, тютюновим забарвленням. Уміст нікотину високий – 6,2–10,5%. Вироби для паління характеризуються приємним запахом та смаком.

Українські сорти – Жовта 106, Жовта 109, Ксанта 4/31 – *var. brasilia*. Дрібнолисті скоростиглі сорти Китайська жовта 894, Албанський 974, Приморська жовта 991, Кожевніково – *var. pumila*. Високі смакові якості групи махорок заслуговують на увагу селекціонерів як високоякісні, з малою затратою праці і високоврожайні сорти.

Сорти типу Бакун. Група західного походження, що різко відрізняється від інших сортів махорки. У Бакуна великі рослини, з грубим стеблом, тонкими, продовгуватими, дрібно-випуклими листками і довгим черешком. Серед бакунів також зустрічаються високорослі форми з довгими міжвузлями та густо вкриті листям, середньорослі рослини (висота 58–105 см). Стебло ребристе, товсте (2,2–3,1 см), пухке. Розміщення середніх листків горизонтальне, а верхні – стирчать. Вигинання пластинки листка частіше жолоподібне, з опушеним, інколи підвернутим краєм. Листки великі, продовгуваті (25–34 см), серцеподібною та еліптичною форми. Основа широкосерцеподібною, часто нерівнобічною. Верхівка листка пряма або притуплена. Поверхня випукла, ближче до середньої жилки або в неглибоких складках. Тканина листка тонка. Забарвлення листя світло-зелене, рідше – темно-зелене. Є також жовті форми Бакуна. Черешок довгий (5,3–8,4 см). Верхні листки скручені у верхній частині стебла, еліптичною форми з дрібно-випуклою поверхнею, сильноопушені. Суцвіття щільне, шароподібне, глибоко сидяче. Квіти великі, зі широким зівом. Коробочка велика, широкоовальної форми.

Уміст листа в урожаї – 44–76%, уміст нікотину низький. Процес ферментації перебігає більш швидко, ніж у зеленої махорки. Сировина для паління відрізняється своїм ароматом та смаковими якостями. Шляхом індивідуального добору з місцевих популяцій на Лохвицькій дослідній станції М. Д. Реньський вивів такі високоврожайні сорти, як Бакун Чорний 91, Бакун Сосницький 93, Олександрівка 1365.

За результатами біометричної оцінки шести сортозразкам, які належать до Української групи сорто типів і вирощуються Закарпатською державною сільськогосподарською дослідною станцією, встановлено тривіст періоду вегетації та урожайності. Українська група характеризується високим умістом алкалоїдів та стійкістю до хвороб і шкідників. Досліджено показник кількості листків та тривалість проходження фаз вегетації, що безпосередньо впливає на накопичення цінних речовин у рослині (табл. 1).

Таблиця 1. Продуктивність сортів Української групи в умовах Закарпатської області, 2014–2019 рр.

Сорт	Період вегетації, діб	Висота рослини до суцвіття, см	Кількість листків, шт.	Розмір листка (довжина × ширина)	Урожай повітряно-сухої маси однієї рослини, г	Матеріальність, г/дм ²
Сортотип Хмелівка						
Хмелівка	87	98	7	24,3×25,7	75,4	1,25
Хмелівка 125-С	90	92	8	23,4×24,1	75,4	1,25
Українка	93	50	8	20×23	95,6	1,03
Воронезька	89	50	10	14×8,5	65,2	1,27
Харківська	77	35	12	22×23	64,1	1,46
Сортотип Високоросла Зелена						
Високоросла Зелена	40	85	15	24×24	83,0	1,27
Сортотип Курчава						
Koriotes dark	47	63	13	21,5×21,0	62,0	1,46
Курчава	45	63	15	21,1×20,5	61,5	1,30
Махорка міста № 5	41	68	12	21,2×21,3	62,0	1,47
Сортотип Бакун						
Бакун Чорний	54	78	15	30,3×27,7	137,0	1,08
Бакун № 46	47	76	16	27,3×27,5	95,0	1,00
Бакун Бессарабський	30	76	15	25,0×24,8	74,6	1,23
Бакун Мена	41	81	15	26,3×24,7	68,9	1,01
Сортотип Жовта						
Жовта 106	42	70	8	17,0×16,2	38,0	1,24
Жовта 109	80	70	10	16,8×16,5	48,3	1,40
Жовта	39	80	12	24,2×24,2	60,7	0,99
Султан Албанський	40	50	14	24,6×23,8	63,9	1,02
Вергун Зелений	42	68	8	19,0×18,5	45,3	1,30
Російська	45	50	8	14,0×8,5	75,5	1,25

Фенологічні спостереження п'яти сортотипів Української групи проводили протягом трьох років шляхом пересіву на одній і тій самій ділянці. У всіх сортів досліджуваних сортотипів відмічено досить швидкий період вегетації та короткий період цвітіння. Найбільш ранній початок вегетації спостерігали в сортів Вергун Зелений та Султан Албанський – 15-го травня, найшвидше зав'язування коробочок – у сортів сортотипу Курчава, що припадало на період з 4.06 по 15.06. Цвітіння починалося в середньому через 30 діб після висадки в поле. Визначено, що тривалість літньо-осіннього розвитку *N. rustica L.* у досліджуваних сортів у середньому становило 135 діб; серед сортів виділено групи з ранньою стиглістю та дещо пізнім зацвітанням рослин, що дає змогу формувати продуктивні органи.

Хімічні дослідження рослин роду *Nicotiana* пов'язані з вивченням складу різних типів тютюнової сировини і розробкою методів об'єктивної оцінки якості продукції. Результати дослідження дозволяють визначити рівень удосконалення тих чи інших технологічних засобів обробітку тютюну, розробити методи змінення складу тютюнової сировини в потрібному напрямку, видається можливість отримати цінні речовини (наприклад нікотинову кислоту) у максимальному обсязі для певної рослини. Уміст нікотину залежить від багатьох факторів. Відомо, що саме пластинка тютюнового листка характеризується нерівномірним розміщенням нікотину. У межах одного листка вміст нікотину збільшується від середини до країв і від основи до верхівки. Середня жилка має найменший відсоток нікотину. Уміст нікотину підвищується від нижніх ярусів листка до

верхніх. Якщо порівнювати висушені листки з двох рослин *N. rustica L.* одного і того самого ботанічного сорту і на одному й тому самому ярусі (ломці), то більший вміст нікотину ми отримуємо з листків інтенсивно-зеленого забарвлення порівняно зі світло-забарвленими (табл. 2).

Усі сорти наведених сортотипів характеризують досить швидкий період вегетації та короткий період цвітіння. Що стосується вмісту нікотину у висушених листках, то сорти сортотипу Хмелівка Української групи володіли найвищим вмістом алкалоїдів. В отриманих результатах простежується залежність вмісту нікотину від інтенсивності кольору стиглого листка махорки.

Спектри поглинання широко використовуються в науці й техніці для аналізу хімічного складу та виявлення багатьох властивостей речовин. Поглинання, лінійно-пропорційне молярній концентрації зразка, дозволяє обчислити концентрацію зразка зі спектра поглинання за допомогою закону Бера-Ламберта про зниження інтенсивності світла в середовищі залежно від його товщі. На рис. 3 представлено спектри світлопоглинання дистилатів досліджуваних проб *N. rustica L.*, за допомогою яких і визначено вміст нікотину. Спектри ідентичні тим, що отримані для стандартного розчину нікотину за винятком зразків сортів Махорка міста № 5 і Бакун Чорний 20, 21, що вказує на значну концентрацію нікотину відносно інших алкалоїдів. Підсумки обчислення нікотину в пробах з відповідними проміжними значеннями оптичних густин та результати елементного аналізу надані в табл. 3.

Таблиця 2. Вміст нікотину залежно від забарвлення листкової пластинки *N. rustica L.*

Сорт	Вміст нікотину, %	Кількість листків, шт.	Розмір листка (довжина × ширина), см	Урожай повітряно-сухої маси однієї рослини, г	Забарвлення листкової пластини
Сортотип Хмелівка					
Хмелівка	0,952	7	24,3×25,7	75,4	Інтенсивно-зелене
Хмелівка 125-С	0,613	8	23,4×24,1	75,4	Темно-зелене
Українка	1,312	8	20×23	95,6	Помірно-зелене
Воронезька	1,434	10	14×8,5	65,2	Помірно-зелене
Харківська	1,615	12	22×23	64,1	Помірно-зелене
Сортотип Високоросла Зелена					
Високоросла Зелена	2,89	15	24×24	83,0	Оливкове
Сортотип Курчава					
Koriotes dark	2,371	13	21,5×21,0	62,0	Темно-синє
Курчава	0,311	15	21,1×20,5	61,5	Зелене
Махорка міста № 5	0,864	12	21,2×21,3	62,0	Зелене
Сортотип Бакун					
Бакун Чорний	0,847	15	30,3×27,7	137,0	Жовто-зелене
Бакун № 46	0,257	16	27,3×27,5	95,0	Зелене
Бакун Бессарабський	0,263	15	25,0×24,8	74,6	Зелене
Бакун Мена	0,652	15	26,3×24,7	68,9	Світло-зелене
Сортотип Жовта					
Жовта 106	0,312	8	17,0×16,2	38,0	Світло-зелене, жовтувате
Жовта 109	0,513	10	16,8×16,5	48,3	Світло-зелене
Жовта	0,652	12	24,2×24,2	60,7	Жовто-зелене
Султан Албанський	0,545	14	24,6×23,8	63,9	Жовто-зелене
Вергун Зелений	0,340	8	19,0×18,5	45,3	Темно-зелене
Російська	0,354	8	14,0×8,5	75,5	Зелене

Майже всі зразки мають досить високий вміст нікотину, але виокремлюються лише два сортотипи – Високоросла Зелена і Koriotes dark, уміст нікотину в яких перевищував 2%. Звернемо увагу на сортотип Хмелівка, який також дуже позитивно відрігував на умови вирощування; сортозразки Хмелівки за вміс-

том нікотину теж знаходяться в лідерах: Харківська, Українка і Воронезька; уміст нікотину в даних зразках перевищував 1%. 19 сортів Української групи сортотипів є цінним надбанням навіть за наявності сортів з умістом нікотину, меншим за середній; ці зразки є неперевершеним матеріалом для отримання ефірів.

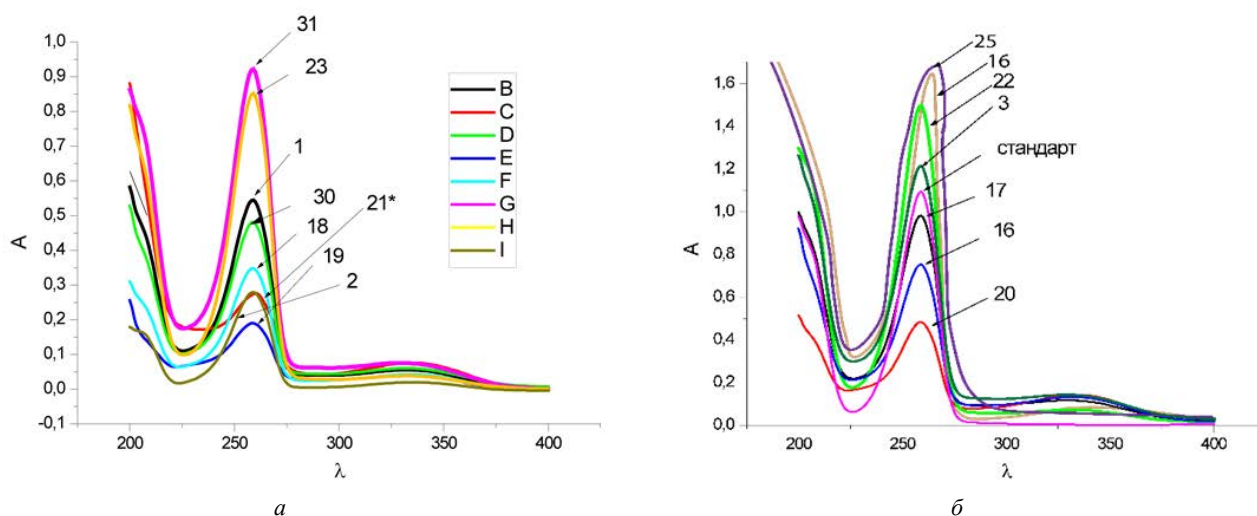


Рис. 3. Спектри поглинання дистилатів проб махорки *N. rustica L.*: а, б – сортозразки Української групи сортотипів

Таблиця 3. Результати визначення нікотину та елементного аналізу в пробах високопродуктивних сортів *N. rustica L.*

№ зразка	Сорт	Елементний аналіз, %			
		C ₁₀ H ₁₄ N ₂	N	C	H
22	Харківська	1,615	3,1	38,3	5,5
23	Хмелівка 125-С	0,613	2,4	35,4	5,5
31	Хмелівка	0,952	2,9	37,5	5,8
3	Воронезька	1,464	2,6	35,7	5,5
17	Українка	1,312	3,8	37,6	5,7
16	Високоросла Зелена	2,89	3,5	38,2	6
19	Курчава	0,311	2,9	37,5	5,9
25	Kogiot dark	2,371	3,0	38,8	6,0
21	Махорка міста № 5	0,864	2,5	36,44	5,5
20	Бакун Чорний	0,847	3,4	36,9	5,7
4	Бакун № 46	0,257	2,1	30,7	4,8
6	Бакун Бессарабський	0,263	1,9	28,3	4,2
18	Бакун Мена	0,652	3,0	34,3	5,3
2	Жовта 106	0,312	2,9	35,5	5,7
1	Жовта 109	0,513	1,4	25,4	4,5
30	Жовта	0,652	1,9	28,5	4,9
7	Султан Албанський	0,545	1,4	24,9	4,3
8	Вергун Зелений	0,340	3,0	35,8	5,9
9	Російська	0,354	3,1	35,9	4,8

Примітка: C₁₀H₁₄N₂ – нікотин [1-метил-2-(3-піридил)-піролідин].

Обговорення

Для відновлення колекції махорки та збереження в належному стані наявної колекції тютюну необхідно докласти значних зусиль технічного характеру, адже це рослини розсадного типу розмноження (Rahim et al., 2019). Високий коефіцієнт розмноження допоможе зберегти зібрані зразки, не додасть труднощів й пересів, який планується проводити не частіше, ніж через 5–8 років, але залишається складним більш детальне вивчення зібраного матеріалу. У досліджених нами зразках сортів листя махорки вміст нікотину коливався від 0,311 до 2,89%. Встановлено, що вміст нікотину залежить від сортотипів *Nicotiana* різних сортів, що вирощуються в однакових умовах (Tayoub et al., 2015). Відомі дані про те, що кількість нікотину в листі сортотипів *N. rustica L.* може сягати 3,4% і навіть 8,3% (Tatarchenko et al., 2003). Застосування методів газової хроматографії та мас-спектрометрії дозволило виявити 19 компонентів у пробах ефірної олії листя *N. rustica L.* (тобто 75,49% від загального вмісту олії). Шість з виявлених фітонцидів було в кількості понад 3%: (Е)-фітол (43,68%), соланон (5,54%), цис-5-бутил-4-метилдигідрофуран-2 (3Н)-он (5,23%), дигідро – β-іонен (4,25%), α-іонен (3,54%) та β-дамасценон (3,03%). Застосування такого підходу дозволяє робити об'єктивні висновки заради того, щоб відрізнити за хімічним складом ефірної олії листя одного сортотипу від іншого (Pорова et al., 2015).

Відомо, що високий рівень нікотину накопичується в посушливі роки (Henry et al., 2019). Різниця за вмістом нікотину в зразках листя, зібраного в роки з достатньою кількістю опадів та за посухи, може доходити до трьох і більше разів. Підвищений вміст нікотину можна знизити надмірним поливом у 3–5 разів. Не менш значним виявився позитивний вплив гіберелінової кислоти на ріст рослин тютюну та накопичення нікотину (Sarew, 1961). Зниження вмісту нікотину спостерігалось, оскільки обробка гібереліновою кислотою підвищувала швидкість росту та загальний вміст хлорофілу.

Висновки

Узагальнення систематики, сортотипів і колекції *N. rustica L.*, до якої входять кращі сорти місцевої і зарубіжної селекції, дозволить більш розширено розкрити їх можливості та широко використати для виробничих і наукових цілей.

Створена класифікація сортової різновидності махорок. Встановлено морфологічні ознаки і біологічні особливості Української групи сортотипів; сортові особливості проходження основних фенологічних фаз розвитку махорки. Виділено сорти з раннім періодом вегетації та раннім зав'язуванням коробочок, що може бути використано в селекційній роботі на пришвидшення отримання врожаю, а також цінним для селекціонерів як вихідний матеріал.

У сортів *Nicotiana rustica* сортотипів Української групи відзначено досить швидкий період вегетації та короткий період цвітіння, що не є бажаним у процесі вирощування, але разом з тим сортозразки даної групи формують достатню кількість вегетативної маси для вирощування в промислових цілях з високим вмістом алкалоїдів.

У подальшому досліджуватимемо сорти на вміст ефірів та з тривалим періодом вегетації.

References

- Samieva, Z. T. (2013). Chemical and technological characteristics and production of protein from tobacco stems. *Science and new technologies*, 5, 169–173 (in Russian).
- Smailov, E. A., & Samieva, Z. T. (2008). Research results of tobacco seed oil for medicinal purposes. *KAU Bulletin*, 3(II), 174–179 (in Russian).
- Akehurst, B. C. (1968). Tobacco. *Experimental Agriculture*, 5(3), 257–258. doi: [10.1017/s0014479700004518](https://doi.org/10.1017/s0014479700004518)
- Bährle-Rapp, M. M. (2007). *Nicotiana tabacum*. *Medicinal Plants of the World*, 3, 271–371. doi: [10.1007/978-3-540-71095-0_6945](https://doi.org/10.1007/978-3-540-71095-0_6945)
- Bakht, J., Azra, & Shafi, M. (2013). Antimicrobial potential of dif-

- ferent solvent extracts of tobacco (*Nicotiana Rustica*) against gram negative and positive bacteria. *Pakistan Journal of Botany*, 45(2), 643–648.
- Bally, J., Jun, H., Mortimer, C., Naim, F., Philips, J. G., Hellens, R. ... Waterhouse, P. M. (2018). The rise and rise of *Nicotiana benthamiana*: a plant for all reasons. *Annual Review of Phytopathology*, 56, 405–426.
- Binorkar, S. V., & Jani, D. K. (2012). Traditional Medicinal Usage of Tobacco – A Review. *Article Spatula DD.*, 2(2), 127–134. doi: [10.5455/spatula.20120423103016](https://doi.org/10.5455/spatula.20120423103016)
- Carew, D. P. (1961). Effects of gibberellic acid on *Nicotiana rustica* var. *Brasilia* plants. *J. Pharm. Sci.*, 50, 12, 1045–1047. doi: [10.1002/jps.2600501209](https://doi.org/10.1002/jps.2600501209)
- Chakraborty, M. K., Patel, B. U., Tewar, M. N., & Patel, J. A. (1983). Alternate use of tobacco: raw material for agro-based industry. *Indian J. Agricultural Chem.*, 1, 9–20.
- Henry, J. B., Vann, M. C., & Lewis, R. S. (2019). Agronomic Practices Affecting Nicotine Concentration in Flue-Cured Tobacco. *A Review. Agronomy Journal*, 111(6), 3067–3075. doi: [10.2134/agronj2019.04.0268](https://doi.org/10.2134/agronj2019.04.0268)
- Goodin, M. M., Zaitlin, D., Naidu, R. A., & Lommel, S. A. (2008). *Nicotiana benthamiana*: its history and future as a model for plant-pathogen interactions. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 21, 1015–1026.
- Hirschmann, G. S., & De Arias, A. R. (1990). A survey of medicinal plants of Minas Gerais, Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, 29(2), 159–72.
- Jassbi, A., Zare, S., Asadollahi, M., & Schuman, M., (2017). Ecological roles and biological activities of specialized metabolites from the genus *Nicotiana*. *Chemical Reviews*, 117(19), 12227–12280. doi: [10.1021/acs.chemrev.7b00001](https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.7b00001)
- Joan, A., & Anita, N. (1960). The fundamental morphological characteristics for the botanical description of tobacco, 1, 17.
- Knapp, S., Chase, M. W., & Clarkson, J. J. (2004). Nomenclatural changes and a new sectional classification in *Nicotiana* (Solanaceae). *TAXON: Journal of International Association of Plant Taxonomy*, 53(1), 73–82. doi: [10.2307/4135490](https://doi.org/10.2307/4135490)
- Kurucu, S., Kartal, A., & Erenmemisoglu, A. (1998). HPLC analysis of *Nicotiana rustica* and chewing tobacco (mara, s powder) alkaloids. *FABAD Journal of Pharmaceutical Sciences*, 23, 61–64.
- Lewis, R. S. (2011). *Nicotiana*. In: C. Kole (ed.), *Wild crop relatives: genomic and breeding resources plantation and ornamental crops*. Springer, New York.
- Martínez, G. J., & Luján, M. C. (2011). Medicinal plants used for traditional veterinary in the Sierras de Córdoba (Argentina): An ethnobotanical comparison with human medicinal uses. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 7(1), 23.
- Mehmood, F., Abdullah, Ubaid, Z., Shahzadi, I., Ahmed, I., Waheed, M. T., Poczai, P., & Mirza, B. (2020). Plastid genomics of *Nicotiana* (Solanaceae): insights into molecular evolution, positive selection and the origin of the maternal genome of Aztec tobacco (*Nicotiana rustica*). *Peer Journal*, 8, e9552. doi: [10.7717/peerj.9552](https://doi.org/10.7717/peerj.9552)
- Mokhnachev, M. G. (1983). *Zagoruyko Chemistry and fermentation of tobacco. Light and food industry, Moscow* (in Russian).
- Ortiz, F. F. (1963). *Contrapunteo Curano del Tabaco y el Azucar: Advertencia de sus contrastes agrarios, economicos, historicos y sociales, su etnografia y su transculturacion*. *Journal Article published Oct 1942 in Geographical Review.*, 32(4), 695. doi: [10.2307/210019](https://doi.org/10.2307/210019)
- Popova, V. T., Ivanova, T. A., Stoyanova, A. S., Nikolova, V. V., Docheva, M. H., Hristeva, T. H., Damyanova, S. T., & Nikolov, N. P. (2020). Chemical Constituents in Leaves and Aroma Products of *Nicotiana rustica* L. *Tobacco*, 9, 146–159. doi: [10.7455/ijfs/9.1.2020.a2](https://doi.org/10.7455/ijfs/9.1.2020.a2)
- Popova, V., Gochev, V., Girova, T., Iliev, I., Ivanova, T., & Stoyanova, A. (2015). Extraction products from tobacco – aroma and bioactive compounds and activities. *Current Bioactive Compounds*, 11(1), 31–37. doi: [10.2174/157340721101150804150016](https://doi.org/10.2174/157340721101150804150016)
- Rahim, M. A., Resentini, F., Vecchia, F. D., & Trainotti, L. (2019). Effects on Plant Growth and Reproduction of a Peach R2R3-MYB Transcription Factor Overexpressed in Tobacco. *Front. Plant Sci.*, 18 October. doi: [10.3389/fpls.2019.01143](https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01143)
- Schiavinato, M., Strasser, R., Mach, L., Dohm, J. C., & Himmelbauer, H. (2019). Genome and transcriptome characterization of the glycoengineered *Nicotiana benthamiana* line ΔxT/FT. *BMC Genomics*, 20, 594
- Tatarchenko, I. I., Mokhnachev, I. G. & Kasyanov, G. I. (2003). Chemistry of subtropical and food products: A handbook for students. In *Academia, Moscow* (in Russian)
- Tayoub, G., Sulaiman, H., & Alorfi, M. (2015). Determination of nicotine levels in the leaves of some *Nicotiana tabacum* varieties cultivated in Syria. *Herba Pol.*, 61(4), 23–30. doi: [10.1515/hepo-2015-0028](https://doi.org/10.1515/hepo-2015-0028)
- Zhang, J., Zhang, Y., Du, Y., Chen, S., & Tang, H. (2011). Dynamic metabolomic responses of tobacco (*Nicotiana tabacum*) plants to salt stress. *Journal of Proteome Research*, 10, 1904–1914.