

ТОХ

А. И. АСТАНИН, С. Е. СЕДЫХ



Краснодарский край является единственным регионом нашей страны, где возделывается «китайская камелия», более известная как чай. До 2012 г., когда в Великобритании были собраны первые тонны чайного листа, это был и самый северный в мире регион, где чай выращивался в промышленных масштабах. Истории краснодарской чаеводческой отрасли более ста лет, однако сегодня она переживает не лучшие времена. В 2018 г. в рамках научно-технологической программы «Большие вызовы» в образовательном центре «Сириус» школьникам предложили с помощью современных методов тонкого химического анализа оценить перспективность новых сортов чая, которые можно использовать для возрождения старых малоурожайных плантаций

Краснодарский чай — ВРЕМЯ ПЕРЕМЕН?



Вырастить чай в Краснодарском крае впервые пытались в конце XIX в., однако экземпляры, завезенные из Сухумского ботанического сада и Китая, не выдержали суровую зиму. В 1901 г. Иуда Кошман заложил в с. Солох-Ауле, в 30 км от Сочи, чайную плантацию, существующую до сих пор, и спустя 22 года получил на сельскохозяйственной выставке в Москве золотую медаль «За самый северный в мире чай» (Дараселия, 1989).

Массовые посадки чая в Краснодарском крае начались в середине 1930-х гг., однако большая часть этих плантаций погибла во время Великой Отечественной войны. Самые крупные и успешные промышленные плантации были заложены в послевоенные годы: к началу 1960 г. площадь, занятая чайными кустами, достигла 2,7 тыс. га. Работать с относительно новой сельскохозяйственной культурой было непросто, в том числе из-за экстремальных почвенно-климатических условий. Тем не менее благодаря усилиям ученых и агрономов чаеводство в Краснодарском крае стало высокопродуктивным: урожайность достигла 50 ц/га, валовые сборы зеленого чайного листа – более 7 тыс. т, а объем готовой продукции – 2 тыс. т (Туов, Добежина, 2016).

Перестройка, начавшаяся в стране в 1980-х гг., привела к катастрофическому спаду производства: к 2001 г. отрасль стала убыточной, а площади, с которых собирался чай, уменьшились вдвое. Сегодня урожайность чайного листа в Краснодарском крае значительно ниже по сравнению не только с Индией, Китаем и Шри-Ланкой, но и бывшим СССР и соседней Грузией с близкими климатическими условиями.

РОССИЯ – «ЧАЙНАЯ СТРАНА»

Россия познакомилась с этим «заморским напитком» еще в середине XVII в.: сушеные чайные листочки сначала продавали только в аптеках и использовали для лечения простуды. Но за последующие два столетия чай прочно вошел в быт российского дворянства, а затем превратился в национальный «народный» напиток.

В начале XX в. Российская империя ежегодно импортировала около 48 тыс. тонн байхового и кирпичного чая, что в три раза меньше современного объема чайного импорта (Дараселия и др., 1989). Быстрый рост объемов ввозимого чая привел к идее организовать собственное производство в российских субтропиках – на Черноморском побережье. И хотя попытки создать чайное хозяйство в Крыму и в Грузии в первой половине XIX в. успеха не имели, уже на знаменитой Всемирной выставке в Париже в 1900 г. промышленный чай, произведенный в Западной Грузии, получил Большую золотую медаль!

Примечательно, что усилия отечественных ученых, агрономов и частных организаторов чайного производства не находили отклика у правительства и даже тормозились. Дело было в пошлине, которая уже в 1898 г. составляла свыше 30 млн полновесных «царских» рублей и с каждым годом росла (Клинген, 1917)

Ключевые слова: чайное растение, чай, Краснодарский край, кофеин, антиоксиданты, катехины, высокоэффективная жидкостная хроматография, программа «Большие вызовы», образовательный центр «Сириус».

Key words: tea plant, tea, tea growing, Krasnodar region, caffeine, antioxidants, catechins, high-performance liquid chromatography, «Big challenges» program, «Sirius» educational center

© А. И. Астанин, С. Е. Седых, 2018



АСТАНИН Антон Игоревич – инженер лаборатории инвазивных медицинских технологий Центра новых медицинских технологий Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН (Новосибирск), химик-эксперт ЗАО Институт хроматографии «ЭкоНова» (Новосибирск) и Научно-образовательного центра НГУ «Хроматография». Автор и соавтор 7 научных статей и 2 патентов



СЕДЫХ Сергей Евгеньевич – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории ферментов репарации Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН (Новосибирск) и лаборатории защитно-репарационных систем Новосибирского государственного университета. Автор и соавтор 20 научных работ

Причин этому много. На большинстве плантаций в течение ряда лет не проводились обязательные ежегодные подрезки, внесение удобрений, полив, очистка от сорной растительности; из-за уничтожения маточных питомников не высаживались новые саженцы. Из 1.2 тыс. га, на которых сегодня растет чай, реально эксплуатируется не более трети, еще треть требует значительной реконструкции, а на остальной территории плантации нужно засаживать чай заново.

Одна из серьезных проблем связана с возрастом чайного куста. Растение чая долговечно и может жить до 100 лет, но наибольший урожай дает в первые 40–50 лет. Возраст же большинства чайных кустов на краснодарских плантациях перевалил за этот рубеж.

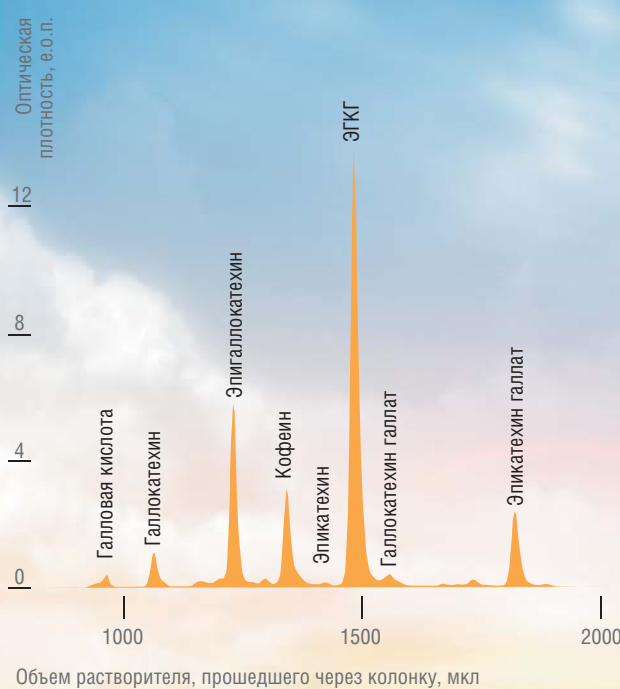
К тому же плантации устарели не только физически, но и «морально», так как были в свое время заложены несортными семенами. Исходным материалом для закладки первых чайных плантаций Краснодарского края послужили семена около ста сортов и разновидностей чая, которые были привезены на рубеже 1930-х гг. из многочисленных экспедиций в чаепроизводящие страны мира. Лучше всего к условиям местных влажных субтропиков удалось приспособиться китайскому чаю, а также многочисленным индокитайским гибридам.

В те годы на промышленных плантациях чая были отобраны лучшие гибридные сеянцы, которые вместе с саженцами сортов грузинской селекции использовались для закладки основных плантаций. Эти чайные кусты, к настоящему времени достигшие «преклонного возраста», до сих пор составляют основу местных чайных хозяйств. Однако даже в свои лучшие годы они не могли бы конкурировать с высокоурожайными, хорошо адаптированными к условиям краснодарского высокогорья сортами, которые были выведены в результате многолетней селекции, в первую очередь, сотрудниками сочинского Всероссийского научно-исследовательского института цветоводства и субтропических культур (Гвасалия, 2016).

Среди актуальных задач, которые нужно решить для подъема российской чаеводческой отрасли, – массовая перезакладка чайных плантаций с заменой старых низкоурожайных чайных кустов молодыми саженцами лучших селекционных сортов.

Лидер – краснодарский «Чемпион»

Одна из целей тематического проекта «Высокоэффективная жидкостная хроматография», разработанного сотрудниками ИХБФМ СО РАН и Института хроматографии «Эконова» для июльской смены «Больших вызовов», – выявление наиболее перспективных для выращивания на Краснодарском высокогорье сортов чая на основе оценки качества настоя чайного листа,



Объем растворителя, прошедшего через колонку, мкл

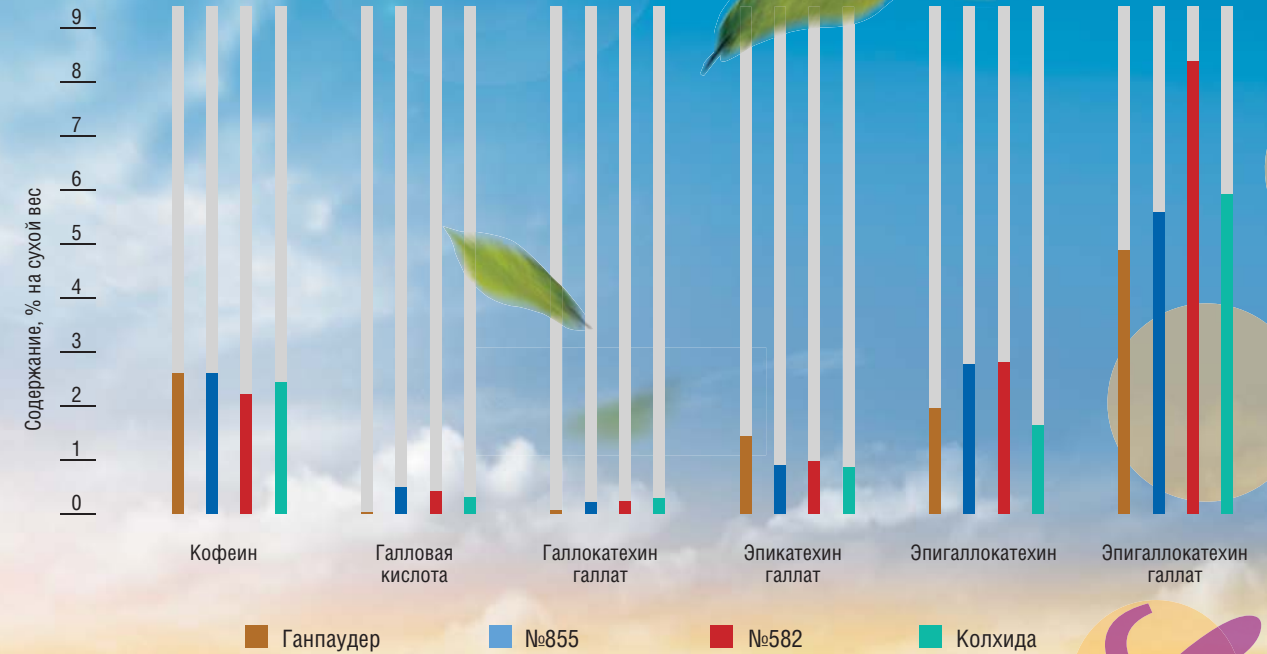


Профиль хроматографии стандартных образцов кофеина и катехинов чайного листа. В работе использовался хроматограф Милихром А-02 – «правнук» первого уникального микроспектрофотометра, созданного в СО АН СССР в начале 1970-х гг.

сделанных с использованием современного метода химического анализа.

Жидкостная хроматография, как это видно из названия, использует в качестве подвижной фазы жидкость и является одним из самых эффективных и популярных методов разделения сложных смесей веществ. Как известно, экстракт чая представляет собой смесь из многих органических соединений: танинов, кофеина, теofilлина и др. Чтобы количественно оценить содержание любого из этих веществ, смесь нужно разделить на компоненты, что и происходит на заполненной сорбентом хроматографической колонке. В современных приборах используют сорбент с очень маленьким (до 5 мкм) размером частиц, что позволяет значительно ускорить процесс разделения смеси, поэтому такая хроматография называется *высокоэффективной*.

В ходе анализа через колонку с образцом пропускают растворитель, который смывает с нее компоненты



смеси – одни раньше, другие позже. Детектор, расположенный после колонки, «опознает» вещество по его поглощению в ультрафиолетовом диапазоне и определяет его концентрацию.

В качестве наиболее важных биологически активных веществ чайного листа были выбраны кофеин и *антиоксиданты* (катехины и их производные), способные нейтрализовать окислительное действие свободных радикалов, которые лежат в основе многих патологических процессов в организме. Для анализа использовали образцы сушеных зеленых листьев чая от растений, выращенных в ЗАО «Дагомысчай» на опытном коллекционно-маточном участке ВНИИ Цветоводства и субтропических культур. Были испытаны высокоурожайный южный сорт Колхида грузинской селекции, а также четыре мутантных сорта, полученные сотрудниками института с помощью радиационного и химического мутагенеза.

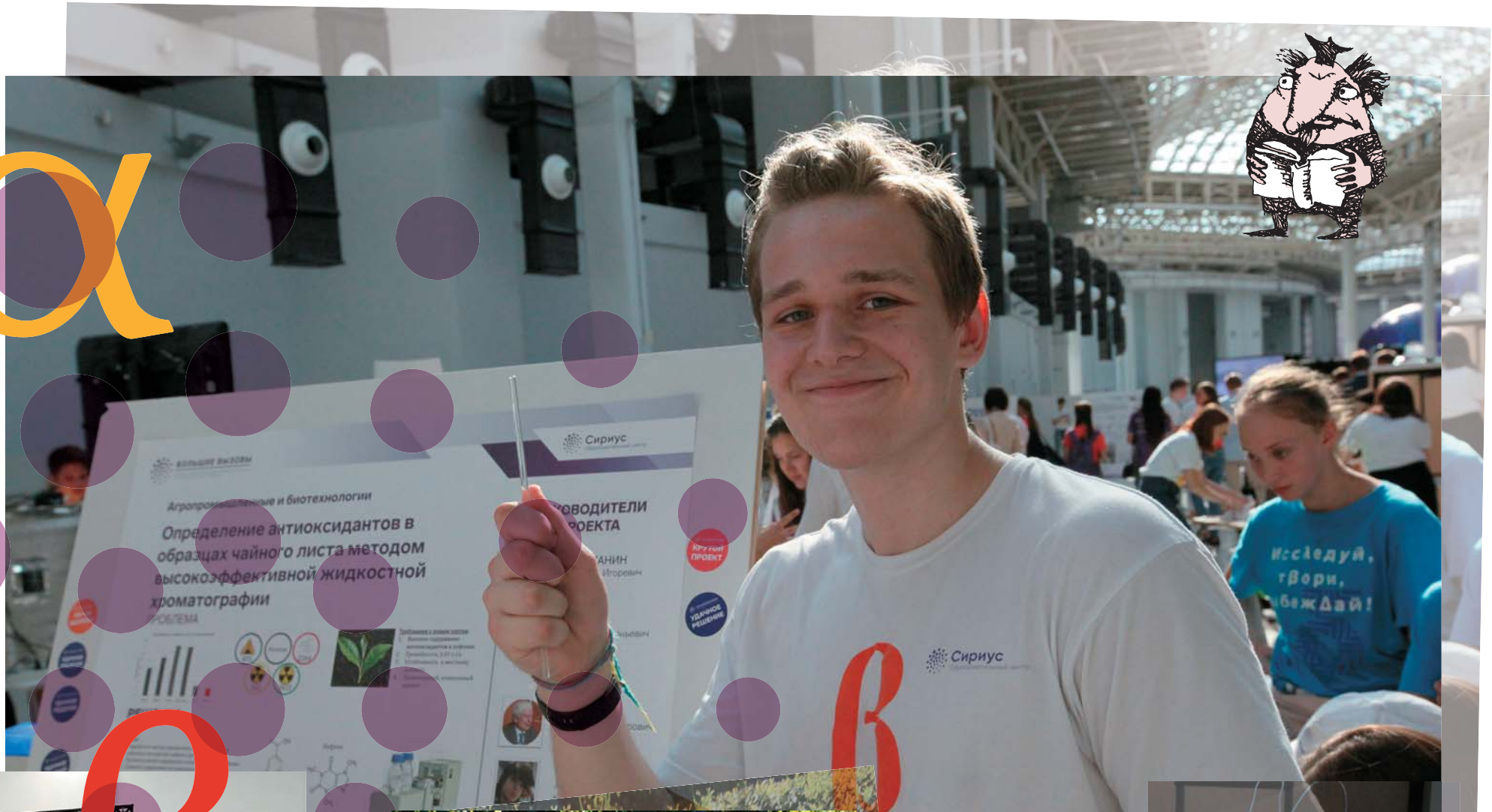
Участники проектной смены подобрали и отработали методику определения антиоксидантов и кофеина в чайном настое и провели анализ их содержания в образцах чая разных сортов. Образцы предварительно измельчали, а затем точно отмеренное количество экстрагировали в разных условиях (от 1 до 20 мин при температуре от 60–90 °С), чтобы определить оптимальное время и температуру *экстракции* (заваривания). Готовые экстракты анализировали на хроматографе Милихром А-02.

на стр. 22

Сравнительное содержание кофеина и антиоксидантов (катехина и его производных) в листе новых краснодарских мутантных форм чайного растения (№ 582 и № 855), грузинском сорте «Колхида» и китайском Гранпаудере

Родиной чайного растения считают Юго-Западный Китай и примыкающие к нему районы Верхней Бирмы и Северного Индокитая (Вьетнам). Благодаря «оранжерейным» условиям этого района чай бурно растет здесь в течение всего года, покрываясь большим количеством крупных листьев. С продвижением на север чайное деревцо уменьшалось в размерах, превращаясь в куст, листья мельчали; а, напротив, по мере продвижения чая к экватору, в леса Индокитая и Индии, оно все больше напоминало настоящее дерево, листья укрупнялись. Несмотря на такие преобразования, процессы роста и обмена веществ, характерные для растения чая, коренным образом не менялись.

По современной ботанической номенклатуре весь чай относится к одному виду китайской камелии (*Camellia sinensis*) с тремя разновидностями и многочисленными гибридами и вариациями. Путем селекции внутри этих форм выведены разные агротипы (клоны), отвечающие климатическим и почвенным условиям конкретного географического района. По: (Похлёбкин, 2001)





Известным любителем чая был знаменитый российский химик Д. И. Менделеев, написавший в своем «Учении о промышленности» (1900): «Россия облагает ввозимый чай высокую ввозною пошлиною <...> но эта пошлина послужила поводом к стремлению водворить разведение чайного куста в России, что и начато особенно с 80-х годов на южном склоне Кавказа и Черноморского побережья фирмами чайной торговли бр. Поповых и Удельным ведомством. В 1898 г. собрано было уже до 3 тыс. фунтов чая, и можно надеяться, что и тут Россия со временем явится не только потребителем, но и производителем чая»

Оказалось, что концентрация антиоксидантов и кофеина в чайном экстракте достигает максимума при заваривании чая в течение 20 мин при температуре 90 °С. В этих оптимальных условиях были получены экстракты 5 сортов чая, которые использовались для сравнительного анализа.

Лидером по содержанию антиоксидантов и кофеина оказался сорт № 582, который по некоторым показателям превосходит даже легендарный китайский зеленый чай Ганпаудер, известный в Европе с 1600 г. Согласно данным сочинских селекционеров, этот сорт, ведущий свою историю от сорта Кимынь, относящегося к лучшей категории китайского крупнолистого чая, обладает и прекрасными агрономическими характеристиками. За свою морозостойкость, устойчивость к засухе и вредителям он недаром был назван «Чемпионом».

Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии, который использовался в проекте, требует серьезного дорогостоящего оборудования и точной пробоподготовки. Однако у него есть большое преимущество – высокая производительность. Как убедились на своем опыте школьники, подготовка образцов для биохимического анализа и сам анализ далеко не так просты, как кажется со стороны. Чтобы получить достоверные результаты, все стадии нужно проводить аккуратно и тщательно. К примеру, образцы чайного листа для анализа нужно было измельчать (гомогенизировать) в ступках пестиком, и этот процесс тоже не так прост, как кажется со стороны, и требует особых навыков.

Не обошлось и без курьезных случаев. Так, на заключительной ярмарке проектов всем молодым участникам выдали по одному жетону, который можно было наклеить на понравившийся постер, а сами команды для привлечения внимания многочисленных зрителей наглядно демонстрировали, на что способны их разработки. Конечно, «химической» команде в этом смысле трудно было состязаться с робототехниками, но она принесла ступки и пестики, чтобы все желающие могли попробовать гомогенизировать чайный лист и другие образцы растений. И когда ребята поняли, что наклейки собираются не так уж много, то проявили себя умелыми менеджерами и стали выдавать ступки с пестиками только за «вознаграждение». В результате постер собрал более 20 наклеек – очень хороший результат.

Реализация проекта показала, что тщательная подготовка, наряду с высокой квалификацией наставников и мотивированностью исполнителей, позволяет школьникам успешно использовать методы современного химического анализа для быстрого решения конкретной практической задачи. Распределение по тематическим проектам осуществлялось по желанию ребят, а также по рекомендациям, основанным на уже проявившихся склонностях школьников. И опыт работы с биологическими объектами в химической лаборатории, который они получили на «Больших вызовах», возможно, поможет им в будущем сделать осознанный выбор в пользу химических или биотехнологических специальностей.

В публикации использованы фото В. В. Власова



Литература

Барам Г. И. ВЭЖХ для всех. Лекции. Новосибирск, 2007. 116 с.

Садек П. С. Как избежать ошибок в высокоэффективной жидкостной хроматографии. Лабораторное пособие, 1999. 432 с.

Яшин Я. И., Яшин А. Я. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Состояние и перспективы // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева). 2003. Т. XLVII, № 1. С. 64

Финальная ярмарка проектов

Авторы благодарят за помощь в работе Т. Г. Цюпка (КубГУ, Краснодар), Г. И. Барам (НОЦ «Хроматография» НГУ, «Эконова», Новосибирск), Л. С. Самарину (ВНИИ Цветоводства и субтропических культур, Сочи), а также школьников-участников «Больших вызовов: Арину Пергат (Пенза), Валентину Еремину (Екатеринбург), Тимофея Бутова (Липецк)