

УДК 612.821

ВЛИЯНИЕ ЭФИРНОГО МАСЛА ГВОЗДИЧНОГО ДЕРЕВА НА НЕРВНУЮ РЕГУЛЯЦИЮ ФУНКЦИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Ибрагимова Э. Э.¹, Тонковцева В. В.²

¹*ГБОУВО РК «Крымский инженерно-педагогический университет», Симферополь,
Республика Крым, Россия*

²*ФГБУН «НБС-ННЦ РАН», Ялта, Республика Крым, Россия
E-mail: evelina_biol@mail.ru*

В статье представлены данные исследования влияния эфирного масла *Syzygium aromaticum* на регуляторные функции центральной нервной системы по ряду психофизиологических показателей (гемодинамическим показателям, уровню индекса стресса, умственной работоспособности и механизмам кристаллообразования слюны) студентов во время учебных занятий. Установлено, что эфирное масло *S. aromaticum* оказывало положительное влияние на психофизиологический статус обследованных студентов, проявляющееся в улучшении психоэмоционального состояния и умственной работоспособности. Выявлено положительное влияние эфирного масла *S. aromaticum* на вегетативную нервную систему, подтверждающееся стабилизацией показателей гемодинамики и кристаллогенеза слюны обследованных студентов. Высказано мнение, что для достижения более значимых результатов аромавоздействие должно осуществляться не однократно, а периодически.

Ключевые слова: эфирное масло, гвоздичное дерево, обучающиеся, умственная работоспособность, психоэмоциональное состояние.

ВВЕДЕНИЕ

Современные обучающиеся сталкиваются с проблемой интенсификации учебного процесса, внедрения новых образовательных инновационных технологий, а также увеличением психоэмоциональной нагрузки. Все эти факторы в совокупности с индивидуальными особенностями психофизиологической организации обучающегося могут негативно отразиться на его работоспособности и даже здоровье. Это вызывает необходимость разработки и внедрения в учебный процесс эффективных мер и подходов, существенно снижающих уровень психоэмоционального стресса и способствующих сохранению работоспособности на достаточно высоком уровне. Исследования немедикаментозной коррекции психоэмоционального статуса лиц разного возраста методами фитореабилитационного воздействия позволили установить достаточно эффективное влияние эфирных масел (ЭМ) [1, 2].

Научный интерес к использованию эфирных масел обусловлен их способностью оказывать положительное физиологическое влияние на организм [1–4].

Оценка влияния ЭМ гвоздичного дерева на психоэмоциональное состояние и умственную работоспособность обучающихся во время учебных занятий позволила выявить положительное влияние на их психоэмоциональный статус [5]. По мнению

Бекмамбетова Т. Р. с соавторами [6], ЭМ гвоздичного дерева способно вызывать эуфорическое и гипотензивное влияние, усиливающееся при физических нагрузках. В исследованиях Яроша А. М. с соавторами по оценке состояния сердечно-сосудистой системы на основе диагностики показателей гемодинамики (САД, ДАД, ЧСС, УОК, МОК, ПД) и установленных расчетным путем индексов (сердечный индекс, индекс Робинсона, индекс Кердо, КЭК) при действии различных концентраций ЭМ гвоздичного дерева было установлено нормализующее влияние, проявляющееся в стабилизации исследованных показателей до уровня физиологической нормы [7]. В частности, было отмечено, что для обследуемых со склонностью к артериальной гипертензии отмечалось снижение исследованных показателей, у лиц с гипотонией стабилизация сдвигалась в сторону незначительного повышения до физиологической нормы, в свою очередь у нормотоников показатели гемодинамики оставались константными, но при этом они отмечали положительное влияние психоаромарелаксации на психоэмоциональную сферу. Положительное влияние ЭМ на психоэмоциональное состояние и работоспособность обусловлено их анксиолитическим и антидепрессивным действием [8]. В этой связи Ярош А. М. отмечает важность проведения исследований, раскрывающих физиологические механизмы действия ЭМ при ингаляционном введении в низких концентрациях [8].

Обзор результатов исследования влияния ЭМ на психоэмоциональное состояние обследуемых, представленный в научной литературе, подтверждает возможность использования ЭМ для коррекции стресса у участников образовательного процесса [9].

Цель исследования заключалась в оценке влияния эфирного масла гвоздичного дерева (*Syzygium aromaticum*) на нервную регуляцию функций обучающихся в период проведения учебных занятий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на базе ГБОУВО РК «Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова». В исследовании приняли участие обучающиеся первых курсов (девушки, n = 35) в возрасте от 17 до 19 лет. Участницы эксперимента, согласно основным этическим принципам Хельсинкской декларации [10], были проинформированы о его цели и согласились на добровольное участие в нем. Обучающиеся склонные к аллергическим реакциям участия в исследовании не принимали, хотя имеются сведения о гипоаллергенности эфирных масел [9].

Схема исследования предполагала два этапа: на первом этапе (перед началом занятия, без аромавоздействия) у испытуемых по методу Н. С. Короткова в покое трехкратно производили замеры гемодинамических показателей (систолическое и диастолическое артериальное давление – САД и ДАД, мм. рт. ст.; частоту сердечных сокращений – ЧСС, уд/мин) электронным автоматическим тонометром цифровой серии Omron (модель Тонометр Omron M2 Basic), а также брали для микроскопического исследования образцы ротовой жидкости; на втором этапе

(после аромавоздействия в процессе проведения занятия) повторно проводили замеры и брали биоматериал для анализа. Препараты для микроскопии готовили путем нанесения 0,3 мл слюны на предметное стекло с последующим высушиванием в горизонтальном положении при $t = 20-25^{\circ}$ воздуха. Изучение фаций кристаллограмм проводили на микроскопе "Leica" (объектив x16, x40, x90) с ранжированием морфотипов по 5-балльной шкале оценивания [11].

Параллельно определяли индекс стресса (ИС) – показатель, отражающий функциональное состояние сердечно-сосудистой системы (ССС) и свидетельствующий о адаптации организма к действию различных факторов, а также степени риска развития заболеваний [12]. Оценку уровня стресса осуществляли на диагностическом приборе «АнгиоСкан-01П» (Россия) путем записи фотоплетизмограммы обследуемых девушек. Исследование проводили на второй паре, так как на второй и третьей парах отмечается максимальная работоспособность студентов [13]. Запись фотоплетизмограммы испытуемых осуществляли в положении сидя в расслабленном состоянии, с закрытыми глазами путем наложения аппарата на дистальную фалангу указательного пальца, время записи – 5 минут. Прибор регистрирует вариабельность сердечного ритма и использует ее для расчета показателя индекса стресса (индекс Баевского), а программное обеспечение позволяет визуализировать индекс стресса при помощи диаграммы, на которой по оси ординат откладывается количество ударов (с определенной частотой), а по оси абсцисс – длительность пульсовой волны.

Компонентный состав ЭМ определяли методом газовой хромато-масс-спектрометрии с использованием аппаратно-программного комплекса на базе хроматографа «Хроматэк-Кристалл 5000.2», оснащённого масс-спектрометрическим детектором. В составе ЭМ гвоздичного дерева доминирует эвгенол (82,21 %). В значительно меньших количествах присутствуют эвгенол ацетат (9,47 %), кариофилен (3,07 %) и d-лимонен (2,60 %), кариофилен оксид (1,06 %) Доля остальных компонентов – менее 1 %.

В процессе аромавоздействия шло занятие с испарением в атмосферу учебного помещения ЭМ гвоздичного дерева в концентрации 1 мг/м^3 . Испарение осуществляли током теплого воздуха (около 40°C) с подложки, на которую наносили ЭМ соответственно объему помещения. Длительность аромавоздействия во время учебного занятия составляла 60 минут.

Уровень умственной работоспособности определяли с помощью корректурных буквенных таблиц В. Я. Анфимова [14]. Статистическую обработку полученных до и после аромавоздействия данных осуществляли при помощи парного t-критерия Стьюдента для зависимых совокупностей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно полученным результатам были обнаружены определенные отличия по исследуемым показателям, полученным до и после аромавоздействия. В частности, оценка показателей гемодинамики позволила установить в обследованной группе девушек соответствие средних величин возрастным физиологическим нормам, вместе с тем у четырех из них (11 %) была установлена склонность к артериальной

гипертензии, так как в покое показатели артериального давления превышали норму (САД = $149 \pm 5,26$; ДАД = $104 \pm 6,45$; ЧСС = $89 \pm 4,09$). У пятерых обследованных девушек (13 %) выявлена тахикардия (ЧСС = $100 \pm 6,78$). В свою очередь, у семерых студенток (20 %) была выявлена гипотония (САД = $92 \pm 9,26$; ДАД = $65 \pm 5,32$; ЧСС = $73 \pm 6,74$). Таким образом, у половины обследованных девушек были обнаружены определенные изменения функционирования ССС, одной из причин которых может быть утомление, вызванное учебными нагрузками. В этой связи были проанализированы результаты анализа уровня индекса стресса (ИС). Было установлено, что в обследуемой группе девушек показатели ИС варьировали от 20 до 578 (рис. 1).

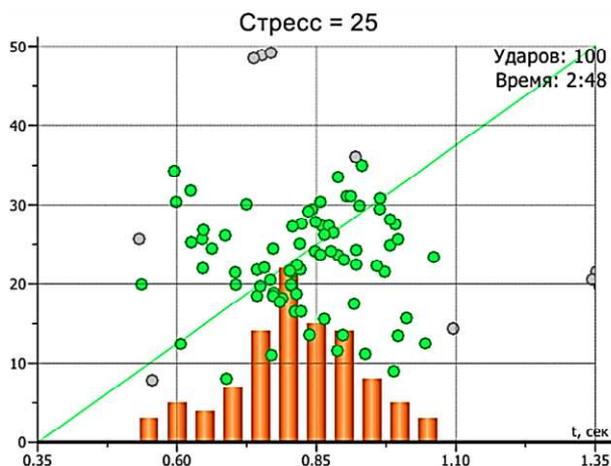


Рис. 1. Диаграмма индекса стресса (ИС = 25) у обследованной студентки (ось абсцисс – длительность сердечного цикла, с; ось ординат – количество сердечных циклов, попадающих в определенный временной интервал).

Известно [12], что низкие значения ИС (ИС < 50), также как и высокие, могут свидетельствовать о изменениях в работе ССС и нарушении регуляторных механизмов вегетативной нервной системы. Низкие показатели ИС были оказались характерными для 9 % девушек. Более высокие показатели ИС (150 – 400), которые были обнаружены у 27 % обследованных могут свидетельствовать о хронической усталости или психоэмоциональном стрессе (рис. 2).

Более высокие показатели ИС свидетельствует о нарушении регуляторных функций [12], показатели ИС > 400 были выявлены у 22 % девушек, в их число входили студентки со склонностью к артериальной гипертензии и тахикардии (рис. 3).

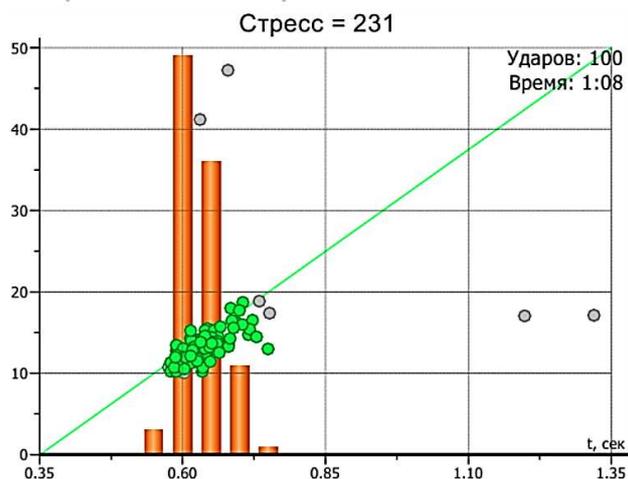


Рис. 2. Диаграмма индекса стресса (ИС = 231) у обследованной студентки.

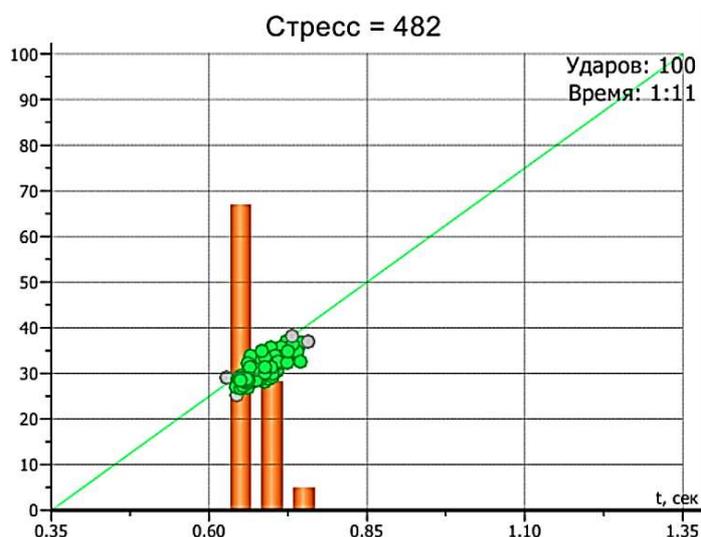


Рис. 3. Диаграмма индекса стресса (ИС = 482) у обследованной студентки.

После аромавоздействия были обнаружены статистически значимые ($p < 0,05$) отличия по показателям ССС, в частности у 11 девушек (32 %) со склонностью к артериальной гипертензии было зарегистрировано снижение показателей САД и ДАД близкое к физиологической норме (САД = $128 \pm 3,68$; ДАД = $81 \pm 5,08$; ЧСС = $79 \pm 8,18$). Аналогичная тенденция при вдыхании малых концентрация ЭМ гвоздичного дерева была обнаружена в группе девушек с тахикардией – у 25 % ($p < 0,05$) стабилизировалась ЧСС. Таким образом, полученные данные согласуются

с литературными о том, что аромавоздействие ЭМ гвоздичного дерева оказывают нормализующее влияние на ССС [7]. Возможно, это обусловлено влиянием компонентов ЭМ гвоздичного дерева на вегетативную нервную систему, обеспечивающую регуляцию сердечно-сосудистой деятельности. Наше предположение согласуется с литературными данными, согласно которым ЭМ являются средствами коррекции функциональных расстройств ЦНС [9]. Согласно данным Liu В. В. с соавторами [15] компоненты ЭМ гвоздичного дерева обеспечивают активацию синтеза в гиппокампе мозгового нейротрофического фактора, способствующего стабилизации психоэмоционального состояния, а также умственной работоспособности. В этой связи была проведена оценка работоспособности обследованных девушек на протяжении занятия с использованием аромавоздействия. В проведенном исследовании были установлены достоверные различия по показателям умственной работоспособности обследованных девушек (табл. 1).

Таблица 1.

Влияние ЭМ гвоздичного дерева на умственную работоспособность обучающихся во время учебного занятия при 60-ти минутной экспозиции (по показателям корректурной пробы В. Я. Анфимова)

Показатель	До	После
Коэффициент точности выполнения задания, А	0,93±0,07	0,95±0,06
Коэффициент умственной продуктивности, Р	112,93±5,13	180,14±7,77*
Объем зрительной информации, Q	422,26±5,89	435,89±6,74*
Количество допущенных ошибок, n	7,50±0,51	8,09±0,26*
Скорость переработки информации S, мин	2,79±0,13	2,82±0,22
Устойчивость внимания	179,21±12,8	185,24±10,12*

Примечание: * – достоверность различий данных до и после воздействия ($p < 0,05$).

Согласно полученным данным, выявлено положительное влияние ЭМ гвоздичного дерева на стимуляцию умственной работоспособности в обследованной группе студенток. В частности, в процессе аромавоздействия отмечалось статистически значимое ($p < 0,05$) увеличение объема зрительной информации и коэффициента зрительной продуктивности, что способствовало стимуляции концентрации внимания. Вместе с тем такие параметры как коэффициент точности выполнения заданий и скорость переработки информации на протяжении учебного задания при 60-ной экспозиции ЭМ статистически значимых отличий не имели. Возможно, это явилось причиной увеличения числа допущенных ошибок на 7,3 %. На наш взгляд достижение более высокого и значимого результата можно достичь при регулярном использовании ЭМ. В частности, в своем обзоре Шавловская О. А. [9] отмечает о высокой эффективности натуральных ЭМ ряда растений (мята перечная, эвкалипт, гвоздика, кориандр) при регулярном

применении для профилактики ряда заболеваний и благоприятном влиянии на ряд систем организма (дыхательную, пищеварительную, иммунную, нервную).

Таким образом, воздействие во время занятия эфирного масла гвоздичного дерева в концентрации 1 мг/м^3 оказало положительное влияние на нервную систему обследованных девушек, что подтверждается стимуляцией умственной работоспособности.

На завершающем этапе исследования были проанализированы фации кристаллограмм обследованных девушек. Были выявлены определенные внутригрупповые отличия морфотипов, причем характер кристаллизации коррелировал с состоянием ССС. В частности, у девушек с нормальными показателями гемодинамики была обнаружена довольно однородная зона кристаллизации, с четким рисунком и выраженным ветвлением дендритов на протяженности всей площади фации, что соответствовало 4–5 баллам (рис. 4). Правда следует отметить, что кристаллограмм, оцененных в 5 баллов было всего две (5,71 %). У 33 % девушек кристаллограммы были оценены в 4 балла. У остальных – варьировали от 0 до 3 баллов. Средний балл кристаллограмм составил $3,26 \pm 0,22$.

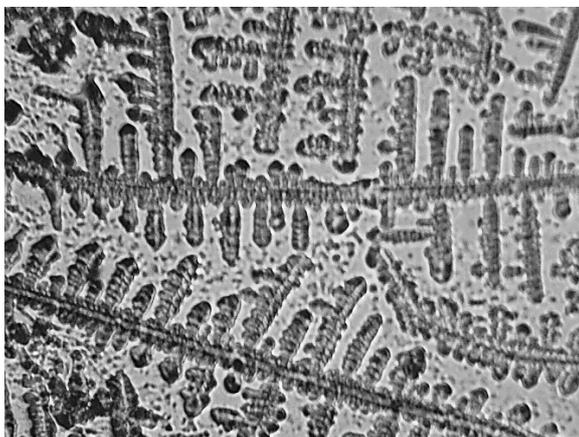


Рис. 4. Кристаллограмма обучающейся с выраженной кристаллизацией.

Таким образом, стрессовые нагрузки, приводящие к напряжению адаптации, отражаются на регуляторных функциях ЦНС, что в свою очередь сопровождается изменениями в функционировании ССС, а также в работе слюнных желез, которая контролируется вегетативной нервной системой, что проявляется в изменениях показателей гемодинамики и нарушениях кристаллообразования. После однократного воздействия ЭИ гвоздичного дерева в концентрации 1 мг/м^3 , были обнаружены позитивные сдвиги в процессах кристаллообразования. Данная тенденция была характерной для 29 % обследованных девушек, о чем свидетельствует улучшение морфотипов изученных кристаллограмм (рис. 5).

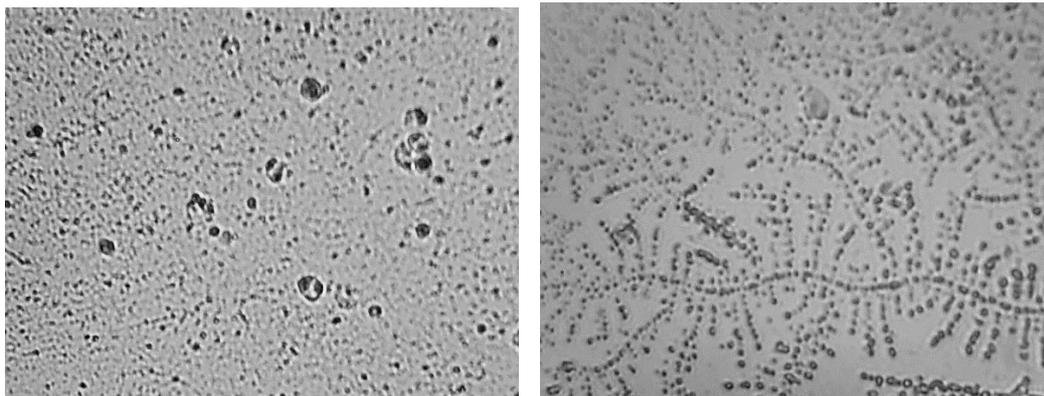


Рис. 5. Кристаллограммы обучающейся до (слева, 0 баллов) и после (справа, 1 балл) аромовоздействия эфирным маслом гвоздичного дерева (в концентрации 1 мг/м^3 , время воздействия – 60 минут).

Согласно данным, представленным на рис. 5 в фации, полученной до исследования, полностью отсутствовали кристаллы, в поле зрения были обнаружены многочисленные аморфные образования с различными включениями. После воздействия ЭМ гвоздичного дерева в фации были выявлены отдельные кристаллы, что свидетельствует о положительном влиянии ЭМ на ВНС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведено исследование влияния эфирного масла гвоздичного дерева (*Syzygium aromaticum*) в низкой концентрации 1 мг/м^3 при 60-ти минутной экспозиции на регуляторные механизмы нервной системы по ряду физиологических (гемодинамические показатели, активности слюнных желез) и психологических показателей (индекс стресса, работоспособность обучающихся на протяжении учебного занятия).
2. У половины обследованных студенток были обнаружены определенные изменения функционирования ССС и выявлены внутригрупповые различия у обследуемых девушек по гемодинамическим показателям. В частности, у 12 % студенток была обнаружена склонность к артериальной гипертензии (САД = $149 \pm 5,26$; ДАД = $104 \pm 6,45$; ЧСС = $89 \pm 4,09$), у 13 % – тахикардия (ЧСС = $100 \pm 6,78$), у 20 % – гипотония (САД = $92 \pm 9,26$; ДАД = $65 \pm 5,32$; ЧСС = $73 \pm 6,74$). Высказано предположение, что одной из причин изменения параметров функционирования сердечно-сосудистой системы может являться стресс, обусловленный учебными нагрузками.
3. Было установлено, что в обследуемой группе девушек показатели ИС варьировали от 20 до 578 (норма 50 – 150). Низкие значения ИС (ИС < 50, 9 % обучающихся), также как и высокие (ИС = 150–400, 27 % обследованных), могут свидетельствовать о изменениях в работе ССС и нарушении регуляторных механизмов вегетативной нервной системы. Показатели ИС > 400

- свидетельствующие о нарушении регуляторных функций или наличии заболеваний сердечно-сосудистой системы, были выявлены у 22 % девушек, в их число входили студентки со склонностью к артериальной гипертензии и тахикардии.
4. Сравнительная оценка работоспособности обследованной группы студенток до и после воздействия эфирного масла *Syzygium aromaticum* позволила выявить положительное влияние, проявляющееся в статистически значимом ($p < 0,05$) увеличении объема зрительной информации и коэффициента зрительной продуктивности, способствующих стимуляции концентрации внимания. Однако коэффициент точности выполнения заданий и скорость переработки информации на протяжении учебного задания при влиянии ЭМ статистически значимых отличий не имели.
 5. Сальводианалитика функционального состояния обследованных студенток позволила получить удовлетворительные результаты, так как средний балл кристаллограмм составил $3,26 \pm 0,22$. У 39 % девушек кристаллограммы отличались четким равномерным расположением кристаллов по всей площади с выраженным ветвлением. Морфотипы остальных характеризовались нарушением кристаллогенеза. В процессе аромавоздействия у 29 % студенток отмечалось улучшение морфотипов кристаллограмм. Что свидетельствует о положительном влиянии эфирного масла *Syzygium aromaticum* на вегетативную нервную систему.

Список литературы

1. Ярош А. М. Эфирные масла и их влияние на высшую нервную деятельность человека / Под общей редакцией доктора медицинских наук А. М. Яроша // Сборник научных трудов ГНБС. – 2015. – Том 141. – Ялта: Государственный Никитский ботанический сад, 2015. – 150 с.
2. Cuijpers P. Is psychotherapy for depression equally effective in younger and older adults? A metaregression analysis / P. Cuijpers, A. van Straten, F. Smit, G. Andersson // Int. Psychogeriatr. – 2009. – Vol. 21. – P. 1–16.
3. Sousa P. J. Antinociceptive effects of the essential oil of *Mentha xvillosa* leaf and its major constituent piperitenone oxide in mice / P. J. Sousa, C. F. Linard, D. Azevedo-Batista // Brazilian Journal of Medical and Biological Research. – 2009. – Vol. 42 (7). – P. 655–659.
4. Takahashi M. Anxiolytic-like Effect of Inhalation of Essential Oil from *Lavandula officinalis*: Investigation of Changes in 5-HT Turnover and Involvement of Olfactory Stimulation / M. Takahashi, A. Yamanaka, C. Asanuma // Natural Product Communications. – 2014. – Vol. 9 (7). – P. 1023–1026.
5. Ярош А. М. Влияние эфирного масла гвоздичного дерева на психоэмоциональное состояние и умственную работоспособность обучающихся / А. М. Ярош, Э. Э. Ибрагимова, В. В. Тонковцева, Е. С. Коваль, Т. Р. Бекмамбетов // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского Биология. Химия. – 2018. – Том 4 (70), № 4. – С. 292–301.
6. Бекмамбетов Т. Р. Влияние дыхания эфирным маслом гвоздичного дерева в разных концентрациях на психофизиологическое состояние людей при физической нагрузке / Т. Р. Бекмамбетов, В. В. Тонковцева, Н. И. Литвинчук, А. М. Ярош // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2015. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-dyhaniya-efirnym-maslom-gvozdichnogo-dereva-v-raznyh-kontsentratsiyah-na-psihofiziologicheskoe-sostoyanie-lyudey-pri-viewer>.
7. Ярош А. М. Влияние эфирного масла гвоздичного дерева на функции сердечно-сосудистой системы у пожилых людей в зависимости от ее исходного состояния / А. М. Ярош, И. А. Батура,

- В. В. Тонковцева, Т. Р. Бекмамбетов, Е. В. Наговская, В. В. Беззубчак, Е. С. Коваль, И. А. Федотова // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2020. – № 154. – С. 90–105.
8. Ярош А. М. Влияние эфирных масел растений на психоэмоциональное состояние человека / А. М. Ярош, В. В. Тонковцева, П. Е. Григорьев, И. А. Батура, Е. С. Коваль, Е. В. Наговская // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2021. – № 161. – С. 93–102.
 9. Шавловская О. А. Спектр применения эфирных масел в современной медицине на примере бальзама Золотая звезда / О. А. Шавловская // Лечащий врач. – 2016. – № 10. – С. 16–19.
 10. Хельсинкская декларация Всемирной медицинской ассоциации. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultpharma.ru/index.php/ru/documents/clinstudy/486-helsinskaya-declaraciya?showall=1>.
 11. Бельская Л. В. Экспериментальное исследование кристаллизации биологических жидкостей / Л. В. Бельская, О. А. Голованова, Е. С. Шукайло, В. Г. Турманидзе // Вестник ОНЗ РАН. – Т. 3. – 2011. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://onznews.wdcb.ru/publications/v03/asempg11ru/2011NZ000142R.pdf>.
 12. Баевский Р. М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р. М. Баевский, О. И. Кириллов, С. З. Клещкин. – М.: Наука, 1984. – 221 с.
 13. Шеметова Е. Г. Динамика работоспособности студентов вуза в процессе обучения / Е. Г. Шеметова, Е. Л. Мальгин // Филологические науки. Вопросы теории и практики. – 2017. – № 2 (68): в 2-х ч. – Ч. 1. – С. 215–218.
 14. Пратусевич Ю. М. Определение работоспособности учащихся / Ю. М. Пратусевич. – Москва: Медицина, 1985. – 128 с.
 15. Liu B. V. Essential oil of *Syzygium aromaticum* reverses the deficits of stress-induced behaviors and hippocampal p-ERK/p-CREB/brain-derived neurotrophic factor expression / Liu B. V., Luo L., Liu X. L., Geng D., Li C. F., Chen S. M., Chen X. M., Yi L. T., Liu Q. // *Planta Med.* – 2015. – Vol. 81, № 3. – P. 185–192.

INFLUENCE OF CLOVE ESSENTIAL OIL ON THE NERVOUS REGULATION OF FUNCTIONS IN STUDENTS

Ibragimova E. E.¹, Tonkovtseva V. V.²

¹*State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the Republic of Crimea “Crimean Engineering and Pedagogical University named after Fevzi Yakubov”, Simferopol, Russia*

²*Federal State Funded Institution of Science “The Labour Red Banner Order Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”, Yalta, Republic of the Crimea, Russia
E-mail: evelina_biol@mail.ru*

The article presents research data on the assessment of the impact of clove tree (*Syzygium aromaticum*) essential oil on the regulatory functions of the central nervous system based on a series of psychophysiological indicators (hemodynamic parameters, stress index levels, mental performance, and salivary crystallization mechanisms) in female students. The influence of clove tree essential oil was evaluated in female students during educational activities. It was found that clove tree essential oil had a positive impact on the psychophysiological status of the examined female students, resulting in an improvement in their psychoemotional well-being and cognitive performance. "Half of the surveyed female students exhibited specific changes in the functioning of the cardiovascular system, and intragroup differences in hemodynamic parameters were identified among the examined girls. In particular, 12 % of the students showed a

predisposition to arterial hypertension, 13 % had tachycardia, and 20 % had hypotension. It has been suggested that one of the reasons for these changes in cardiovascular system functioning may be stress induced by academic workload. This assumption is supported by the assessment of the stress index, which revealed that in the examined group of girls, stress index values ranged from 20 to 578 (normal range is 50-150). Low values of the stress index (SI < 50, 9 % of students), as well as high values (SI = 150–400, 27 % of those surveyed), can indicate changes in the functioning of the cardiovascular system and disturbances in the regulatory mechanisms of the autonomic nervous system. SI values exceeding 400, indicative of disturbances in regulatory functions or the presence of cardiovascular diseases, were found in 22 % of the female students, including those with a predisposition to arterial hypertension and tachycardia.

A comparative assessment of the performance of the surveyed group of female students before and after exposure to *Syzygium aromaticum* essential oil revealed a positive impact, evidenced by a statistically significant ($p < 0.05$) increase in the volume of visual information and the visual productivity coefficient, contributing to the stimulation of attention concentration. However, there were no statistically significant differences in the accuracy of task performance and the speed of information processing throughout the learning task under the influence of the essential oil.

Salivodiagnosics of the functional state of examined female students allowed for satisfactory results, as the average crystalligram score was $3,26 \pm 0,22$. In 39 % of the girls, the crystalligrams exhibited a clear and uniform distribution of crystals over the entire area with pronounced branching. The morphotypes of the remaining individuals were characterized by disruptions in crystallogenesis. During the aromatherapy exposure, 29 % of the students showed an improvement in their crystalligram morphotypes, indicating a positive influence of *Syzygium aromaticum* essential oil on the autonomic nervous system.

Keywords: essential oil, clove tree, learners, mental productivity, psychoemotional state.

References

1. Yarosh A. M. Essential oils and their influence on human higher nervous activity, *Collection of Scientific works of the State Nikitsky Botanical Garden*, 141, 150 p. (Yalta, 2015).
2. Cuijpers P., van Straten A., Smit F., Andersson G. Is psychotherapy for depression equally effective in younger and older adults? A meta-regression analysis, *Int. Psychogeriatr*, **21**, 1 (2006).
3. Sousa P.J., Linard C.F., Azevedo-Batista D. Antinociceptive effects of the essential oil of *Mentha xvillosa* leaf and its major constituent piperitenone oxide in mice, *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, **42** (7), 655 (2009).
4. Takahashi M., Yamanaka A., Asanuma C. Anxiolytic-like Effect of Inhalation of Essential Oil from *Lavandula officinalis*: Investigation of Changes in 5-HT Turnover and Involvement of Olfactory Stimulation, *Natural Product Communications*, **9** (7), 1023 (2014).
5. Yarosh A. M., Ibragimova E. E., Tonkovtseva V. V., Koval E. S., Bekmambetov T. R. The influence of clove essential oil on the psycho-emotional state and mental performance of students, *Scientific notes of the Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky*, Biology. Chemistry, **4** (70), 4, 292 (2018).
6. Bekmambetov T. R., Tonkovtseva V. V., Litvinchuk N. I., Yarosh A. M. The effect of breathing with clove essential oil in different concentrations on the psychophysiological state of people during physical activity, URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-dyhaniya-efirnym-maslom-gvozdichnogo-dereva-v-raznyh-kontsentratsiyah-na-psihofiziologicheskoe-sostoyanie-lyudey-pri/viewer>.

7. Yarosh A. M., Batura I. A., Tonkovtseva V.V., Bekmambetov T.R., Nagovskaya E. V., Bezzubchak V. V., Koval E. S., Fedotova I. A. The effect of clove essential oil on the functions of the cardiovascular system in elderly people, depending on its initial state, *Plant biology and gardening: theory, innovations*, 154, 90 (2020).
8. Yarosh A. M., Tonkovtseva V. V., Grigoriev P. E., Batura I. A., Koval E. S., Nagovskaya E. V. The influence of plant essential oils on the psycho-emotional state of a person, *Plant biology and gardening: theory, innovations*, 161, 93 (2021).
9. Shavlovskaya O. A. The spectrum of use of essential oils in modern medicine using the example of Golden Star balm, *Attending physician*, **10**, 16 (2016).
10. Declaration of Helsinki of the World Medical Association, URL: <http://www.consultpharma.ru/index.php/ru/documents/clinstudy/486-helsinskaya-declaraciya?showall=1>.
11. Belskaya L. V., Golovanova O. A., Shukaylo E. S., Turmanidze V. G. Experimental study of crystallization of biological fluids, URL: <http://onznews.wdcb.ru/publications/v03/asempg11ru/2011NZ000142R.pdf>.
12. Baevsky R. M., Kirillov O. I., Klyotskin S. Z. *Mathematical analysis of changes in heart rate under stress*, 221 p. (Moscow, Nauka, 1984).
13. Shemetova E. G., Malgin E. L. Dynamics of performance of university students in the learning process, *metova, Philological sciences. Questions of theory and practice*, **2 (68)**, 215 (2017).
14. Pratushevich Yu. M. *Determination of student performance*, 128 p. (Moscow, Medicine, 1985).
15. Liu B. B., Luo L., Liu X. L., Geng D., Li C. F., Chen S. M., Chen X. M., Yi L.T., Liu Q. Essential oil of *Syzygium aromaticum* reverses the deficits of stress-induced behaviors and hippocampal p-ERK/p-CREB/brain-derived neurotrophic factor expression, *Planta Med*, 81 (3), 185 (2013).