

9. S.M. Rahmat Ullah, Brett Murphy, Brian Dorich, Bruce Richter. Kannan Srinivasan Fat extraction from acid- and base-hydrolyzed food samples using accelerated solvent extraction //J. Agric. Food Chem. – 2011. – 59. – P. 2169–2174.

10. Алаудинова Е.В., Миронов П.В. Липиды меристем лесообразующих хвойных пород Центральной Сибири в условиях низкотемпературной адаптации. 2. Особенности метаболизма жирных кислот фосфолипидов меримтем *Larix sibirica* Lebeeb., *Picea obovata* L.

и *Pinus sylvestris* // Химия растительного сырья. – 2009. – №. 2. – С. 71–76.

11. Розенцвиг О.Н., Нестеров В.Н., Богданова Е.С. и др. Влияние кратковременных и продолжительных колебаний факторов среды на состав липидов *Plantago media* в условиях Южного Тимана // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т.14, № 1(3). – С. 791–799.

Поступила в редакцию 25.08.2015

УДК 57.043:612.014.45

## Влияние звуковых волн на параметры сердечно-сосудистой системы человека

О.Н. Колосова<sup>\*,\*\*</sup>, Н.В. Мельгуй<sup>\*\*</sup>, С.Н. Скрыбина<sup>\*\*</sup>

*\*Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск*

*\*\*Медицинский институт Северо-Восточного федерального университета, г.Якутск*

Проведено экспериментальное исследование изменений параметров сердечно-сосудистой системы (ССС) у человека при воздействии звуковых волн различных частот. В качестве звуковых волн были использованы классическая музыка (Моцарт), в которой представлены звуки в диапазоне частот (от 700 до 3 000 Гц), и «тяжелая» музыка (стиль дэт-металл, Cannibal Corpse) со сверхнизкими (15–30 Гц) и сверхвысокими (до 80 000 Гц) частотами. В эксперименте участвовали студенты-добровольцы (18–20 лет) коренной национальности. Классическая музыка у женщин (Ж) вызывает повышение артериального давления, особенно систолического в группе экстравертов и имеющих высокий уровень нейротизма (ВН,  $p < 0,001$ ). У мужчин (М) с ВН, независимо от уровня экстраверсии, Соната ре мажор Моцарта определяет снижение ( $p < 0,05$ ) величин показателей ССС. При различных уровнях нейротизма прослушивание «тяжелой» музыки оказывает противоположное воздействие на М и Ж ( $p < 0,05$ ,  $r = 0,784$ ). Показатели ССС у Ж повышаются, а у М, наоборот, снижаются. У экстравертов, независимо от половой принадлежности, снижаются параметры ССС, а у интровертов – повышаются ( $p < 0,05$ ). Полученные результаты свидетельствуют о том, что характер изменений параметров ССС при воздействии звуковых волн зависит от гендерных и индивидуально-типологических (экстраверсия-интраверсия, уровень нейротизма) особенностей человека.

Ключевые слова: звуковые волны, музыка, сердечно-сосудистая система, экстраверсия, эмоциональная устойчивость, гендерные различия, Север, экология.

## The Influence of Sound Waves on Parameters of Cardiovascular System of Humans

O.N. Kolosova<sup>\*,\*\*</sup>, N.V. Melgui<sup>\*\*</sup>, S.N. Skryabina<sup>\*\*</sup>

*\*Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, Yakutsk*

*\*\* Medical Institute of North-Eastern Federal University, Yakutsk*

Changes of parameters of the human cardiovascular system (CVS) when a person is being exposed to sound waves of different frequencies are experimentally investigated. Classical music (Mozart) which presents the sounds in the frequency range (from 700 to 3000 Hz) and heavy music (style death metal, Cannibal Corpse)

\*,\*\*КОЛОСОВА Ольга Николаевна – д.б.н., проф., в.н.с. ИБПК СО РАН, научн. рук. лаб. НИИ Клиники МИ СВФУ, kololgonik@gmail.com; \*\*МЕЛЬГУЙ Наталья Владимировна – аспирантка, 8924-661-30-63@mail.ru; \*\*СКРЯБИНА Светлана Николаевна – ст. преподаватель, skryabinasn@mail.ru.

with ultra-low (15–30 Hz) and ultra-high (up to 80 000 Hz) frequencies were used. Students-volunteers (18–20 years old) of the indigenous nationality (the Yakuts) took part in the experiment. It was established that the classical music causes an increase of blood pressure in women, especially of systolic (SBP) in the group of extroverts and having high levels of neuroticism ( $p < 0,001$ ). Men with high levels of neuroticism, regardless of the level of extraversion, Mozart's Sonata in D major causes a decrease ( $p < 0,05$ ) of the indices of the CVS. At different levels of neuroticism audition of heavy metal music has the opposite effect on men and women ( $p < 0,05$ ,  $r = 0,784$ ). CVS indicators are rising among women and are falling in men. CVS parameters of extroverts, regardless of gender, reduce, while CVS parameters of introverts increase ( $p < 0,05$ ). The results suggest that changes in the parameters of the CVS under the influence of sound waves depend on gender and individual-typological (extraversion-introversion, neuroticism level) characteristics of a person.

*Key words:* sound waves, music, cardiovascular system, extraversion, emotional stability, gender differences, North, ecology.

В основе адаптации организма человека к условиям окружающей среды лежит синхронизация собственных эндогенных ритмов с внешними периодическими ритмами. Мир, окружающий человека, заполнен волнами различной физической природы: звуковыми, световыми, радиоволнами и т.д. Основным свойством всех волн, независимо от их природы, является осуществление переноса энергии без переноса вещества. Источники звука (голос, музыкальные инструменты, теле- и радиоприемники, транспорт, бытовые приборы и т.д.) создают в окружающей среде вокруг себя звуковые поля сложной структуры [10].

Звуковые волны, получаемые человеком из окружающей среды, распознаются с помощью слуховой сенсорной системы, передающей информацию в корково-подкорковые центры, отвечающие за возникновение соответствующего эмоционально окрашенного поведения. Звуковой сигнал может быть описан определенным набором физических характеристик: частота, интенсивность, длительность, временная структура, спектр и др. При восприятии звуков слуховой сенсорной системой этим характеристикам соответствуют определенные субъективные ощущения: громкость, высота, тембр, биения, консонансы-диссонансы, маскировка, локализация-стереоэффект и т.п. [11,16]. Слуховая сенсорная система человека способна воспринимать звуковые колебания с частотой от 16 до 20 000 Гц. Звук с частотой ниже 16 Гц (что соответствует ноте «ми» субконтроктавы) называется инфразвуком, а выше 20 000 Гц – ультразвуком.

В современном городе человек постоянно подвергается воздействию как техногенных шумов (транспорт, производственный и бытовой шум и т.д.), так и воздействию музыки, что связано с широким и вездесущим распространением «масс-медиа», переносных гаджетов и т.д. Если техногенные шумы, являясь стресс-факторами, оказывают десинхронизирующее действие на организм, то воздействие музыки на человека не столь однозначно. В музыке обычно используются звуки,

высота (основная частота) которых лежит от субконтроктавы до 5-й октавы. Известно, что благоприятное воздействие на организм оказывает классическая музыка (КМ), музыкальные произведения с использованием звуков природы [12,13]. В то же время современная «тяжелая» музыка («рок», «техно», «рейв» и т.п.) (ТМ) может оказывать негативное влияние, нарушая синхронизацию функций организма [3,15,16]. При воздействии внешних факторов любой природы, в том числе при воздействии звуковых волн, в организме происходят перестройки, обеспечивающиеся изменением активности одной из основных компенсаторно-приспособительных систем организма – сердечно-сосудистой системы (ССС). Кроме того, скорость и направленность перестройки зависят от состояния психоэмоционального напряжения организма [6,14,15]. Научные исследования свидетельствуют о возможности использования музыкальной терапии в обеспечении оптимизации регуляции сердечного ритма (СР), усилении координации деятельности двух приспособительных систем (ССС и дыхательной системы), улучшении эмоционального состояния и психофизиологических функций [4, 7–9, 12–15]. В настоящее время музыкотерапию определяют как систему психосоматической регуляции функций организма человека [11].

Цель настоящего исследования – изучение влияния звуковых волн на параметры сердечно-сосудистой системы человека в условиях высоких широт в зависимости от гендерных и индивидуально-типологических особенностей.

Для достижения данной цели была поставлена следующая задача: изучить влияние классической (Моцарт, Соната ре мажор) и «тяжелой» музыки (стиль дэт-металл, *Cannibal Corpse*) на параметры ССС мужчин и женщин в зависимости от уровня нейротизма и экстравертности.

#### **Материал и методы исследования**

Исследование выполнено на базе лаборатории нейропсихологических исследований Клиники Медицинского института СВФУ и Институ-

та биологических проблем криолитозоны СО РАН в период с 2011 по 2015 г. Объектом исследования являлись студенты (1-х и 2-х курсов СВФУ ( $n = 356$ )). Основными критериями отбора участников исследования были: пол (мужчины, женщины), национальность (якуты), возраст (половозрелый период с 18 до 22 лет), принцип добровольности. На момент проведения исследований все испытуемые не имели признаков заболеваний и были признаны практически здоровыми. Испытуемые, мужчины и женщины, достоверно не различались по индексу массы тела (ИМТ, индекс Кетле), найденному по формуле:

$$ИМТ = \frac{m}{h^2},$$

где  $m$  – масса тела, кг,  $h$  – рост, м<sup>2</sup>.

В данных группах средние величины ИМТ не имели отклонений от нормальных значений – 19,5–22,9 для возраста 16–25 лет [5]. Исследования выполнены в стандартных условиях, в первой половине дня, при исключении внешних психогенных факторов. Исследование проводилось в полном соответствии с этическими рекомендациями Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации и «Основами законодательства РФ об охране здоровья граждан (1993 г.).

Показатель нейротизма диагностировался с помощью опросника Г. Айзенка (Eysenk Personality Inventory или EPI) форма А [1]. Опросник состоит из 57 вопросов, в том числе 48 тестов предназначены для диагностики экстра- и интроверсии и нейротизма, 9 – для определения «шкалы лжи», тенденции обследуемого представить себя в лучшем свете. Показатель экстраверсии характеризует индивидуально-психологическую ориентацию личности или преимущественно на мир внешних объектов, или на внутренний субъективный мир. Средний балл по этой шкале составляет 11–14. При баллах от 0 до 10 ориентация относится к полюсу интроверсии, от 15 до 24 – экстраверсии.

Показатели нейротизма (эмоциональной неустойчивости) могут принимать значения от 0 до 24 баллов. Оценка уровня нейротизма проводилась следующим образом: менее 11 баллов – высокая эмоциональная устойчивость (низкий уровень нейротизма, НН), 11–14 баллов – средняя эмоциональная устойчивость (средний уровень нейротизма, СН), 15 и более баллов – эмоциональная неустойчивость (высокий уровень нейротизма, ВН).

При помощи автоматического тонометра «Omron» MX3 Plus (Япония) измерялись следующие индикаторы состояния сердечно-сосудистой системы: частота сердечных сокращений (ЧСС,

уд.·мин<sup>-1</sup>), систолическое (САД, мм рт. ст.) и диастолическое (ДАД, мм рт. ст.) артериальное давление крови. Пульсовое давление крови (ПД, мм рт. ст.), среднее кровяное давление (СКД, мм рт. ст.) рассчитывали по формулам [2]. Измерение показателей ССС проводилось в состоянии покоя в положении сидя.

При проведении эксперимента в качестве звуковых волн были использованы:

1. классическая музыка – Моцарт, Соната ре мажор, в которой представлены звуки в диапазоне наиболее оптимальных для организма человека частот от 400 до 3 000 Гц;

2. «тяжелая» музыка – стиль дэт-металл, Cannibal Corpse, характеризующаяся монотонностью, наличием сверхнизких (15–30 Гц) и сверхвысоких (до 80 000 Гц) частот.

В процессе эксперимента испытуемый прослушивал музыку в течение 15 мин в положении сидя. Интенсивность звучания музыки была в пределах 50–60 db. Измерение исследуемых параметров проводилось до (контроль) и после эксперимента. Экспериментальные группы формировались на основании личностных характеристик в зависимости от половой принадлежности.

Проведенное исследование основано на простой случайной выборке. Были рассчитаны следующие характеристики выборки: выборочное среднее значение ( $M$ ), стандартная ошибка среднего ( $m$ ). Статистически значимым считался результат при  $p$  меньше 0,05. Проверка законов нормального распределения осуществлялась с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. Для проверки гипотезы о наличии различий средних в группах был использован двухсторонний вариант критерия Стьюдента ( $t$ ), с целью определения степени корреляции параметров ССС и индивидуально-типологических характеристик – непараметрический критерий – коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Для оценки различий экспериментальных данных, полученных в двух разных условиях (КМ и ТМ), на одной и той же выборке испытуемых – парный критерий Т-Вилкоксона. Для обработки данных исследования использовались пакет статистической обработки экспериментальных данных на MS Excel и статистическая программа StatSoft STATISTICA Automated Neural Networks 10 for Windows Ru.

### Результаты и обсуждение

Нейротизм или эмоциональная неустойчивость является одним из основных индивидуально-личностных свойств, оказывающих влияние на адаптивные процессы, когнитивные функции, социализацию в обществе. Исследование состояния эмоциональной устойчивости

Т а б л и ц а 1

Количественное распределение лиц с различным уровнем эмоциональной устойчивости (%)

Уровень	Женщины (n = 188)	Мужчины (n = 168)
Низкий нейротизм	28,72	35,72
Средний нейротизм	25,53	33,33
Высокий нейротизм	45,75	30,95

выявило наличие гендерных особенностей (табл.1). Среди женщин (Ж) преобладает количество студенток с высоким уровнем нейротизма (45,75 %), тогда как наибольшее количество мужчин (М), наоборот, эмоционально более устойчивы (35,72 %) ( $p < 0,05$ ).

Полученные результаты величин показателей ССС организма человека в условиях высоких широт указывают на то, что гендерные различия между группами (табл.2) можно признать значимыми на уровне достоверности ( $p < 0,05$ ). Наиболее высокое значение САД, отражающее величину ударного объема сердца и общего периферического сопротивления сосудов, выявляется у мужчин с НН и составляет  $124,1 \pm 2,33$  мм рт.ст. Самое низкое значение САД ( $100,38 \pm 2,35$  мм рт.ст.) отмечается у женщин с ВН.

Поддержание относительного постоянства внутренней среды организма у Ж, в отличие от М, вероятно, обеспечивается более высокой ЧСС и пониженным сопротивлением периферических сосудов. Независимо от половой принадлежности, наиболее низкая величина СКД, которая отражает степень эластичности сосудов, выявляется у эмоционально неустойчивых людей.

Результаты исследований влияния различной музыки на параметры ССС человека в зависимости от состояния эмоциональной напряженности выявляют гендерные различия (рис.1). Прослушивание КМ оказывает наиболее значимые

Т а б л и ц а 2

Показатели состояния сердечно-сосудистой системы у лиц с различным уровнем эмоциональной устойчивости и экстраверсии ( $M \pm m$ )

Показатель	Женщины	Мужчины	p
Низкий уровень нейротизма			
САД, мм рт. ст.	$107,8 \pm 2,12$	$124,1 \pm 2,33$	$< 0,001$
ДАД, мм рт. ст.	$68,8 \pm 1,24$	$72,4 \pm 1,45$	$= 0,032$
ПД, мм рт. ст.	$39,1 \pm 1,13$	$51,7 \pm 1,05$	$< 0,001$
СКД, мм рт. ст.	$81,6 \pm 1,67$	$89,58 \pm 1,32$	$< 0,001$
ЧСС, ударов/мин	$81,5 \pm 1,21$	$77,31 \pm 1,27$	$< 0,05$
Средний уровень нейротизма			
САД, мм рт. ст.	$108,9 \pm 2,26$	$122,7 \pm 2,06$	$< 0,001$
ДАД, мм рт. ст.	$69,4 \pm 1,23$	$74,7 \pm 1,17$	$< 0,05$
ПД, мм рт. ст.	$41,5 \pm 2,21$	$48 \pm 2,64$	$< 0,001$
СКД, мм рт. ст.	$82,6 \pm 1,14$	$90,7 \pm 1,36$	$< 0,05$
ЧСС, ударов/мин	$81,8 \pm 1,57$	$84,3 \pm 1,46$	$= 0,021$
Высокий уровень нейротизма			
САД, мм рт. ст.	$100,38 \pm 2,35$	$115,7 \pm 2,12$	$< 0,001$
ДАД, мм рт. ст.	$67,1 \pm 1,04$	$71,1 \pm 1,13$	$< 0,05$
ПД, мм рт. ст.	$33,28 \pm 1,24$	$44,6 \pm 1,09$	$= 0,024$
СКД, мм рт. ст.	$78,3 \pm 1,44$	$85,97 \pm 1,66$	$< 0,001$
ЧСС, ударов/мин	$80,5 \pm 1,21$	$76,9 \pm 1,17$	$< 0,05$

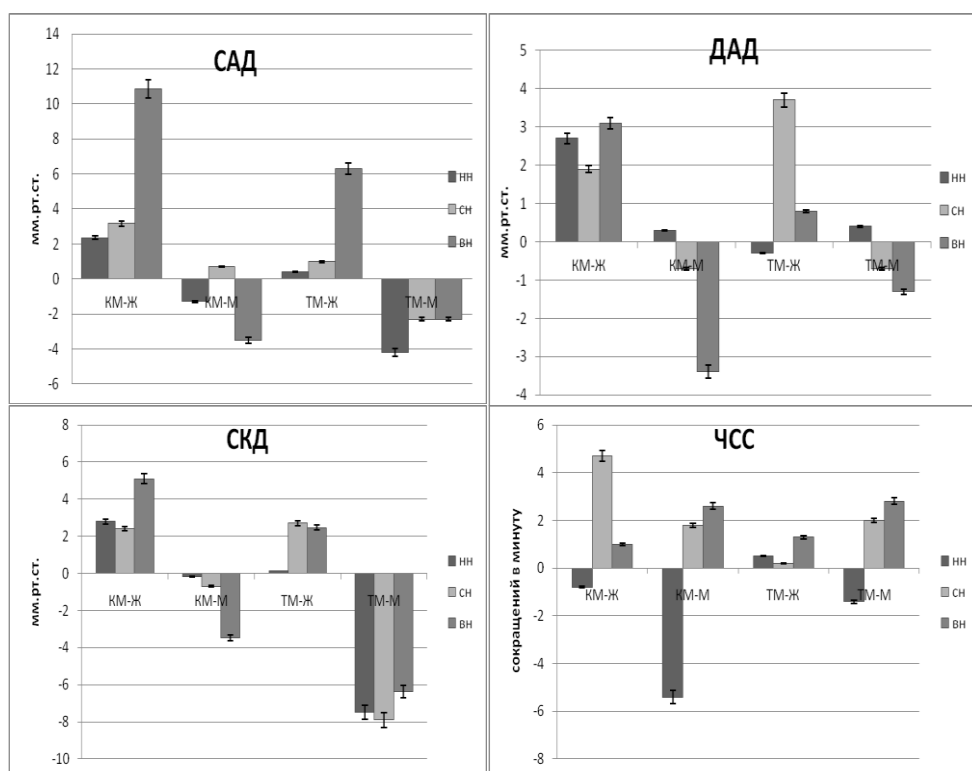


Рис. 1. Величина изменения систолического и диастолического артериального давления, среднего кровяного давления и частоты сердечных сокращений у мужчин и женщин после прослушивания классической и «тяжелой» музыки в зависимости от уровня нейротизма ( $p < 0,05$ ). Остальные объяснения в тексте

воздействия на величину артериального давления у людей с высоким уровнем эмоциональной лабильности. Классическая музыка у Ж вызывает повышение артериального давления, особенно САД в группе с ВН ( $p < 0,001$ ), у которых эта величина была наиболее низкой (табл.2), в результате чего повышается СКД до средних величин ( $p = 0,014$ ). У мужчин с ВН Соната Моцарта определяет снижение САД ( $p = 0,034$ ), ДАД ( $p = 0,045$ ) и СКД ( $p = 0,02$ ). У М эмоционально устойчивых (НН), имеющих наибольшую величину САД, под воздействием КМ происходит ее снижение и также отмечается уменьшение ( $p < 0,05$ ) ЧСС.

«Тяжелая» музыка имеет противоположно направленное воздействие на М и Ж (рис.1). У женщин происходит активация деятельности ССС, независимо от их психоэмоционального состояния ( $p < 0,05$ ), кроме ДАД у Ж-НН ( $p = 0,032$ ). У М, наоборот, после прослушивания ТМ снижаются ( $p < 0,05$ ) показатели ССС, кроме ЧСС у мужчин, имеющих ВН и СН ( $p < 0,05$ ), и ДАД у М-НН ( $p = 0,036$ ), показатели которых увеличиваются (рис.1).

Влияние музыки на ССС человека в зависимости от уровня экстраверсии свидетельствует о различающихся ответных реакциях организма (рис.2).

У женщин-экстравертов прослушивание КМ вызывает повышение СКД, и, особенно, САД ( $p < 0,05$ ), но снижение ДАД. У женщин-интровертов все параметры ( $p < 0,05$ ) возрастают. У М прослушивание Сонаты ре мажор Моцарта вызывает снижение величины всех параметров. ТМ вызывает одинаковую ответную реакцию со стороны ССС у М и Ж интровертов: повышение величины всех параметров ( $p < 0,05$ ). У экстравертов, наоборот, происходит снижение величины всех параметров, кроме САД у Ж ( $p < 0,01$ ).

Звуковые волны при прослушивании музыки могут оказывать влияние на организм через эмоциональное восприятие, повышающее активность симпатoadреналовой системы. И это особенно ярко выражено у Ж, у которых происходит активация ССС. Кроме того, половые и индивидуально-личностные различия наблюдаемых изменений параметров ССС можно объяснить эффектом резонанса, связанного с совпадением частоты воздействия КМ и ТМ с частотой собственных колебаний организма как на уровне высших корково-подкорковых центров, так и на более низких уровнях, в частности, на уровне ретикулярной формации мозга.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что индивидуально-типологический и психоэмоциональный статус че-

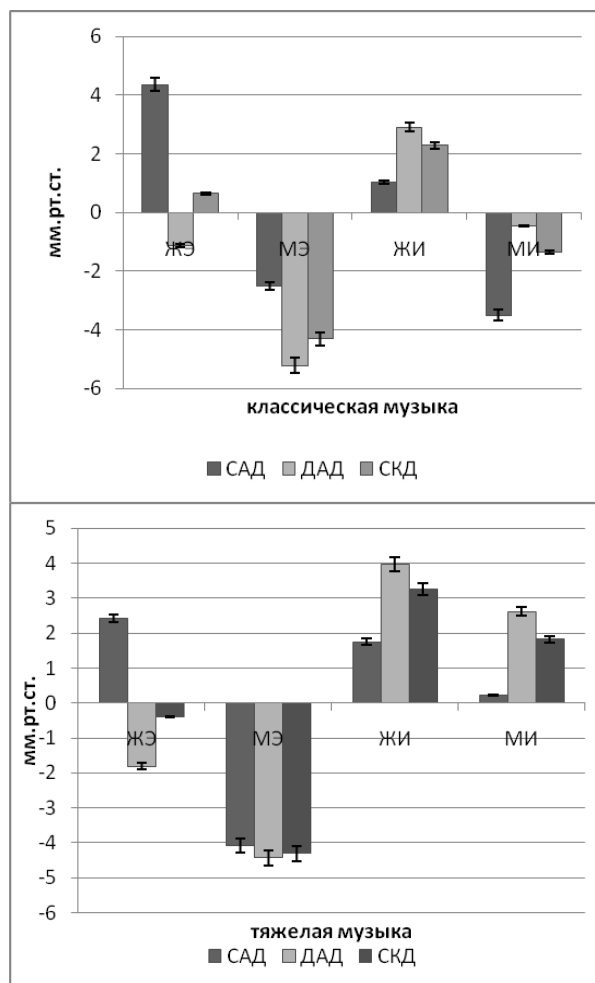


Рис. 2. Величина изменения систолического и диастолического артериального давления, среднего кровяного давления у мужчин и женщин после прослушивания классической и «тяжелой» музыки в зависимости от уровня экстраверсии ( $p < 0,05$ ). ЖЭ – женщины-экстраверты, МЭ – мужчины-экстраверты, ЖИ – женщины-интроверты и МИ – мужчины-интроверты

ловека оказывает влияние на восприятие классической музыки, имеющей различный звуко-частотный, темпоритмичный диапазон, гаммическую и мелодическую структуру или «тяжелой» музыки, которая характеризуется отсутствием гармоник и наличием монотонности (ТМ) посредством изменения, прежде всего, вегетативной регуляции ССС. Наиболее чувствительны к звуковым волнам женщины, а также мужчины с высоким уровнем нейротизма, что, вероятно, обусловлено повышенной активностью лимбической системы на фоне снижения контроля со стороны коры больших полушарий.

#### Литература

1. Айзенк Г.Ю. Классические IQ тесты. – М.: ЭКСМО-Пресс, 2001. – 192 с.

2. *Виноградова Т.С.* Инструментальные исследования сердечно-сосудистой системы (справочник). – М.: Медицина, 1986. – 416 с.
3. *Гуменюк В.А., Семенова Я.С., Судаков К.В.* Электрофизиологические и вегетативные показатели эмоционального восприятия человеком динамичной цветомузыки // Физиология человека. – 2002. – №1. – С. 57–67.
4. *Дергаева И.А., Урванцев Л.П.* Влияние музыки на больных с пограничными нервно-психическими расстройствами // Ярославский психологический вестник. – М.; Ярославль, 2003. – Вып. 10. – С. 153–160.
5. *Костюченко А.Л., Костин Э.Д., Курьгин А.А.* Энтеральное искусственное питание в интенсивной медицине. – СПб.: Спецлит, 1996. – 332 с.
6. *Николаева Е.Н., Колосова О.Н., Яковлева А.П., Мельгуй Н.В.* Некоторые психофизиологические особенности здоровья студентов на Севере и возможность их коррекции // Вестник СВФУ. – 2012. – Т. 9, № 4. – С.25–32.
7. *Рыжов Ю.Н.* Влияние темпоритмической структуры музыки на психофизиологическое состояние человека // Психотехнологии в социальной работе / Под ред. В. В. Козлова. – Ярославль: ЯрГУ, 2005. – Вып. 10. – С. 203–208.
8. *Свидерская Н.Е., Королькова Т.А.* Влияние свойств нервной системы и темперамента на пространственную организацию ЭЭГ // Журнал высшей нервной деятельности. – 1996. – Т.46, №5. – С.849–858.
9. *Сергиенко Е.А., Виленская Г.А.* Роль темперамента в развитии регуляции поведения // Психологический журнал. – 2001. – Т.22, № 3. – С. 68–85.
10. *Суворов Г.А., Прокопенко Л.В.* Акустические колебания: шум, инфразвук, ультразвук эколого-гигиеническая оценка и контроль. – М., 2000. – 216 с.
11. *Шушарджан С. В.* Музыкаотерапия. Музыкаотерапия и резервы человеческого организма. – М., 1998. – 145 с.
12. *Hughes J., Daaboul Y., Fino J., Shaw G.* The Mozart effect on epileptiform activity // Clin. Electroencephalogr. – 1998. – Vol. 29, N.3. – P. 109–119.
13. *Kim S. J.* The Effects of Music on Pain Perception of Stroke Patients During Upper Extremity Joint Exercises // Journal of Music Therapy. – 2005. – Vol. 42, N.1. – P. 81–92.
14. *Lane R., McRae K., Reiman E. et al.* Neural correlates of heart rate variability during emotion // NeuroImage. – 2009. – Vol. 44, N. 1. – P. 213–222.
15. *Timmers M., Fischer A., Manstead A. S. R.* Gender differences in motives for regulating emotions // Personality and Social Psychology Bulletin. – 1998. – № 24. – P. 974–985.
16. *Wahbeh H., Calabrese C., Zwickey H.* Binaural beat technology in humans: a pilot study to assess psychologic and physiologic effects // J. Altern Complement Med. – 2007. – Vol. 13, N.1. – P. 25–32.

Поступила в редакцию 05.10.2015

## Общая биология

УДК 581.143.6: 633.36

### Морфогенез эспарцета песчаного *in vitro* и его регуляция с помощью гуминовых кислот торфа и нанобиокомпозитов

О.А. Рожанская\*, Н.В. Барашкова\*\*, Т.В. Шилова\*, В.Г. Дарханова\*\*, Н.С. Строева\*\*

\*Сибирский НИИ кормов СО РАН, г. Новосибирск

\*\*Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск

*Изучено влияние минерального состава питательных сред и новых стимуляторов роста из растительного сырья на морфогенез эспарцета (*Onobrychis arenaria* (Kit.) DC) в культуре тканей *in vitro*. Новые стимуляторы роста из растительного сырья, введённые в состав питательных сред для рекуррентной регенерации и микроклонального размножения эспарцета в концентрации 0,5–1 мг/л, влияют на морфогенез и позволяют заменять дорогостоящие синтетические цитокинины и ауксины, сократить сроки культивирования *in vitro* в 1,5–2 раза, увеличить выход побегов и частоту ризогенеза на*

---

\*РОЖАНСКАЯ Ольга Александровна – д.б.н., зав. лаб.; \*\*БАРАШКОВА Наталья Владимировна – д. с.-х. н., зав. лаб., [BNW-07@yandex.ru](mailto:BNW-07@yandex.ru); \*ШИЛОВА Татьяна Васильевна – с.н.с.; \*\*ДАРХАНОВА Валентина Гаврильевна – н.с.; \*\*СТРОЕВА Наталья Семеновна – н.с.