

УДК 57.021

doi: 10.26907/2542-064X.2020.3.381-392

**ВЛИЯНИЕ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ РОЗМАРИНА
(*Rosmarinus officinalis* L.) И ТИМЬЯНА (*Thymus vulgaris* L.)
НА КОСТНУЮ ТКАНЬ КРЫС**

А.С. Элбахнасави, Э.Р. Валеева

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, 420008, Россия

Аннотация

Миллионы людей во всем мире страдают от остеопороза, что требует разработки высокоэффективных, безопасных и доступных терапевтических средств. Большим потенциалом для решения данной проблемы обладают лекарственные растения ввиду высокого содержания в них биологически активных веществ. Особую ценность представляют эфиромасличные растения, такие как розмарин (*Rosmarinus officinalis* L.) и тимьян (*Thymus vulgaris* L.). Оба этих растения изучены нами с целью выяснить, какое влияние они оказывают на состояние и формирование костной ткани у крыс. Для этого мы выделяли их летучие соединения. Собранные эфирные масла анализировали с использованием метода газовой хроматографии. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что монотерпены в составе эфирных масел тимьяна и розмарина являются эффективными ингибиторами резорбции костной ткани у крыс. Добавление тимьяна и розмарина в корм крыс значительно повышало уровень кальция в плазме крови и улучшало минеральную плотность костей скелета по сравнению с той группой крыс, рацион которых характеризовался дефицитом кальция. Примечательно, что биологически активные вещества тимьяна оказывают более сильный эффект на костную ткань, чем розмарин.

Ключевые слова: костная ткань, минеральная плотность кости, розмарин, тимьян, эфирные масла

Введение

Приблизительно 200 млн человек во всем мире имеют проблемы, связанные с остеопорозом [1]. В России, согласно данным Российской ассоциации по остеопорозу [2], 14 млн человек (10% населения) страдают остеопорозом и 20 млн имеют остеопению, то есть 34 млн человек подвержены высокому риску переломов. Доля пациентов, которые возвращаются к своей обычной повседневной деятельности после перелома бедра, составляет всего лишь 9% [1].

Лекарственные растения содержат множество биологически активных веществ. По этой причине во всем мире растет интерес к использованию природных ресурсов для разработки новых материалов, обладающих рядом положительных свойств. Многие исследователи интересуются природными химическими веществами в большей степени, чем синтетическими, из-за их экологических, экономических и медицинских преимуществ. Дополнительные исследования должны быть направлены на использование биологических ресурсов, чтобы установить пользу для человека, и необходимы дальнейшие исследования в этой области [2, 3].

Биологические ресурсы лекарственных растений можно использовать для разработки более эффективных средств лечения многих болезней.

В настоящий момент биоактивные соединения активно используются в качестве терапевтических агентов, а также в качестве сырья для синтеза лекарств или базовая модель для разработки новых биологически активных соединений. Однако использование лекарственных растений требует большого количества фундаментальных и прикладных исследований, чтобы установить их эффективность по сравнению с обычными фармацевтическими продуктами [4–6].

Тимьян (*Thymus vulgaris* L.) – лекарственное растение из семейства Lamiaceae. Благодаря своим биологически активным соединениям он имеет большой терапевтический потенциал для лечения различных заболеваний. Так, в последние два десятилетия были предприняты большие усилия для выявления и количественного определения биологически активных компонентов и фитохимических компонентов тимьяна, которые включают терпеноиды [7, 8].

Благодаря наличию биологически активных веществ в составе тимьян обладает антимикробными и антиоксидантными свойствами, и, следовательно, он может быть успешно использован при разработке новых природных антиоксидантов и антибиотиков [9].

В [10] показано, что добавление тимьяна в рацион способно модулировать потерю костной массы у крыс путем повышения содержания минералов в костной ткани (Ca, P) и ее минеральной плотности через подавление окислительного стресса и усиление механизма антиоксидантной защиты. Таким образом, тимьян может быть использован как натуральное средство для предотвращения потери костной массы в результате дефицита эстрогена, чтобы помочь в предотвращении потери костной массы, связанной с состояниями дефицита эстрогена.

Розмарин (*Rosmarinus officinalis* L.) – вечнозеленое многолетнее лекарственное растение из семейства Lamiaceae. Он используется в медицине, ароматерапии, парфюмерии, а также в качестве натурального консерванта в пищевой и косметической промышленности [11]. Листья, побеги и цельный растительный экстракт ценятся как функциональная пища (антиоксидант) и растительный нутрицевтик [12].

Предполагается, что розмарин является одной из наиболее важных трав, обладающих многими лечебными свойствами. Он может производить ряд фармакологических эффектов благодаря взаимодействию между молекулами растения и органическими системами [13]. Интерес представляют исследования, направленные на изучение биологически активных веществ данного растения [12].

Тимьян и розмарин являются ценными эфиромасличными растениями и обладают высокой биологической активностью. Эти растения произрастают на территории как Египта, так и на территории Республики Татарстан, что делает доступным и актуальным их применение на различных территориях.

Целью настоящего исследования явилось установление состава эфирных масел тимьяна и розмарина, а также и их влияния на состояние и формирование костной ткани крыс.

1. Материалы и методы исследований

Побеги розмарина (*Rosmarinus officinalis* L.) и тимьяна (*Thymus vulgaris* L.) получены из Отдела лекарственных и ароматических растений Национального исследовательского центра (г. Каир, Египет). Высушенные листья измельчали до получения мелкодисперсного порошка.

В ходе исследования розмарина и тимьяна нами проводилось выделение летучих соединений. Розмарин и тимьян подвергали гидродистилляции в течение 3 ч с использованием аппарата типа Кливенджера для выделения эфирного масла в свежих травах. Полученное масло каждого образца высушивали над безводным сульфатом натрия. Собранные эфирные масла были проанализированы методом газовой хроматографии на приборе фирмы Perkin Elmer Auto System XL (США), оборудованном детектором ионизации пламени. Использовали капиллярную колонку из плавленного кварца DB5 (внутренний диаметр 60 м × 0.32 мм). Температуру в печи сначала поддерживали на уровне 50 °С в течение 5 мин, затем меняли от 50 °С до 250 °С со скоростью 4 °С/мин. В качестве газа-носителя использовали гелий при скорости потока 1.1 мл/мин. Температуры инжектора и детектора составляли 220 °С и 250 °С соответственно. Индексы удерживания (индекс Коваца) разделенных летучих компонентов рассчитывали с использованием углеводородов (C₈–C₂₂, Aldrich CO., Германия), которые применяли в качестве эталонов.

Исследование влияния тимьяна и розмарина на формирование минеральной плотности и толщины кости у крыс с дефицитом кальция проведено на основе эксперимента на пятидесяти самцах крыс Sprague Dawley (весом 70±10 г) в возрасте 28 дней, которые были получены из лаборатории Национального исследовательского центра Египта.

Табл. 1

Диета AIN-93G, составленная для роста крыс

Ингредиент	г/кг рациона
Кукурузный крахмал	397.486
Казеин (> 85% белка)	200
Декстринизированный кукурузный крахмал	132
Сахароза	100
Подсолнечное масло	70
волокно	50
Минеральная смесь (AIN-93G-MX)	35
Витаминная смесь (AIN-93-VX)	10
L-цистин	3
Холин битартрат	2.5
Трет-бутилгидрохинон	0.014

Настоящее исследование было одобрено локальным этическим комитетом Национального исследовательского центра Египта (протокол № 4/3/15 от 8 мая 2017 г.).

Животных содержали по отдельности в клетках из нержавеющей стали в контролируемой среде (25 ± 2 °С), с относительной влажностью 50–60% и

в 12-часовом цикле (свет – темнота). Все особи имели свободный доступ к пище и деионизированной воде. Выделено пять следующих экспериментальных групп (по 10 крыс в каждой):

- группа К (контрольная) – получала стандартную сбалансированную диету AIN-93G (табл. 1) с нормальным уровнем кальция (Са 0.5 мас. %) [14] в соответствии с формулой, описанной в [15], составы минеральной (AIN-93G-MX) и витаминной смесей (AIN-93-VX) приведены в табл. 2 и 3 соответственно;
- группа ДК (группа с дефицитом кальция) – получала сбалансированную диету с низким уровнем кальция (Са 0.1 мас. %) [14];
- группа Т – получала диету с низким уровнем кальция и порошком тимьяна (5 мас. %) [16];
- группа Р – получала диету с низким уровнем кальция и порошком розмарина (5 мас. %) [16];
- группа КО – перорально вводили CaCO_3 (27 мг/кг массы тела, ежедневно) и была диета с низким уровнем кальция [10].

Эксперимент длился 8 недель, потребление пищи рассчитывалось ежедневно.

Табл. 2

Минеральная смесь (AIN-93G-MX), обеспечивающая рекомендуемые концентрации элементов для диеты AIN-93G

Элемент	г/кг смеси
Необходимый минеральный элемент	
Карбонат кальция, безводный	357.0
Фосфат калия одноосновный	196.0
Цитрат калия, трикалий	70.78
Хлорид натрия	74.0
Сульфат калия	46.60
Оксид магния	24.0
Цитрат железа	6.06
Карбонат цинка	1.65
Карбонат марганца	0.63
Карбонат меди	0.3
Йодат калия	0.01
Селенат натрия безводный	0.01025
Парамолибдат аммония, 4 гидрат	0.00795
Потенциально полезный минеральный элемент	
Метасиликат натрия, 9 гидрат	1.45
Сульфат калия-хрома, 12 гидрат	0.275
Хлорид лития	0.0174
Борная кислота	0.0815
Фторид натрия	0.0635
Карбонат никеля	0.0318
Ванадат аммония	0.0066
Сахарная пудра	221.026

Табл. 3

Витаминная смесь (AIN-93-VX), обеспечивающая рекомендуемые концентрации витаминов для AIN-93G

Витамины	г/кг смеси
Никотиновая кислота	3.0
Са пантотенат	1.6
Пиридоксин-ВГК	0.7
Тиамин-ВГК	0.6
Рибофлавин	0.6
Фолиевая кислота	0.2
биотин	0.02
Витамин В-12 (0.1% в манните)	2.5
Витамин Е (500 МЕ/г)	15.0
Витамин А (500 МЕ/г)	0.8
Витамин D3 (400 МЕ/г)	0.25
Витамин К	0.075
Сахарная пудра	974.655

МЕ – международная единица.

Перед тем как взять образцы крови, крыс не кормили в течение ночи. Затем собранную кровь в гепаринизированные пробирки центрифугировали при 2500 об./мин и охлаждении в течение 15 мин для отделения плазмы. Уровни кальция фосфора и магния определяли с использованием колориметрических аналитических наборов (BioSystems S.A., Коста Брава, Барселона, Испания).

Правое бедро каждой умерщвленной крысы было вскрыто, очищено от всех мягких тканей и промыто в физиологическом растворе. Массу бедренной кости регистрировали с использованием электронного баланса, а длину определяли с помощью электронного штангенциркуля. Минеральную плотность кости правого бедра в каждой группе измеряли с помощью двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (DEXA) (Norland XR-600, США).

Полученные данные анализировали с использованием статистической программы CoStat Version 6.451 (CoHort Software, США). Различия в группах оценивали с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) и теста Тьюки. Результаты представлены как среднее значение (M) \pm стандартная ошибка (SEM).

2. Результаты и их обсуждение

Состав и анализ эфирных масел розмарина были изучены по индексу Ковача и идентифицированы с указанием их процентной доли (табл. 4). Среди идентифицированных соединений розмарина 1,8-цинеол был основным компонентом (46.69%). Концентрация остальных элементов была ниже: камфора (26.30%), α -пинен (5.63%) и α -терпинеол (5.23%). Аналогичный анализ был проведен для тимьяна (табл. 5), в составе которого преобладал тимол (73.61%) и, кроме того, были обнаружены карвакрол (4.97%) и п-цимен (4.06%).

Результаты изменений минеральной плотности кости, массы и длины бедренной кости на фоне приема розмарина и тимьяна представлены в табл. 6. Группы Р и О не показали значительных изменений массы бедра (3.01 ± 0.17 и 3.16 ± 0.07

Табл. 4

Химический состав полученных эфирных масел розмарина

№	Название компонента	Индекс удерживания Ковача	Процент
1	альфа-пинен	937	5.63
2	скипидар	953	2.13
3	бета-мирцен	981	0.31
4	а-фелландрен	990	0.50
5	бета-фелландрен	1028	1.89
6	лимонен	1033	1.34
7	1,8-цинеол	1037	46.69
8	терпинолена	1100	1.39
9	камфара	1153	26.30
10	изоборнеол	1167	0.18
11	борнеол	1172	0.88
12	терпинен-4-ол	1183	0.80
13	альфа-терпинеол	1196	5.23
14	вербенона	1216	0.48
15	борнилового ацетат	1289	0.66
16	бета-кариофиллен	1432	0.50
17	δ-кадинен	1517	2.04

Табл. 5

Химический состав полученных эфирных масел тимьяна

№	Название компонента	Индекс удерживания Ковача	Процент
1	альфа-пинен	937	0.27
2	а-фелландрен	990	0.28
3	α-терпинен	1019	0.36
4	п-кумол	1027	4.06
5	γ-терпинен	1061	2.49
6	линалоол	1099	0.45
7	терпинен-4-ол	1182	0.41
8	альфа-терпинеол	1196	0.18
9	тимол метиловый эфир	1235	0.33
10	карвакрол метиловый эфир	1245	0.28
11	борнилового ацетат	1286	0.21
12	тимол	1296	73.61
13	карвакрол	1304	4.97
14	бета-кариофиллен	1432	3.33
15	α-гумулен	1470	0.38
16	δ-кадинен	1524	0.45
17	δ-аморфен	1531	0.65
18	Carvophyllene оксид	1599	3.62
19	эпи-α-кадинол	1653	1.29

соответственно) по сравнению с контрольной группой (3.02 ± 0.07). Группа Т показала незначительное различия (2.93 ± 0.12) по сравнению с группой ДК (2.46 ± 0.11), для которой зафиксировано самое низкое значение среди всех изучаемых групп (рис. 1). Результаты исследований не выявили значительных изменений длины бедренной кости во всех группах (рис. 2).

Табл. 6

Значения массы бедра, длины и минеральной плотности кости для различных групп экспериментальных животных

Параметры	Группа К	Группа ДК	Группа Т	Группа Р	Группа КО
Масса бедренной кости, г/кг	3.02 ± 0.07 ^a	2.46 ± 0.11 ^b	2.93 ± 0.12 ^{ab}	3.01 ± 0.17 ^a	3.16 ± 0.07 ^a
Длина бедренной кости, мм	33.7 ± 0.35 ^a	32.2 ± 0.45 ^a	32.8 ± 0.59 ^a	31.8 ± 0.50 ^a	33.5 ± 0.52 ^a
Минеральная плотность кости, г/см ²	0.1493 ± 0.0041 ^{ab}	0.0981 ± 0.0037 ^c	0.1357 ± 0.0051 ^{ab}	0.1305 ± 0.0064 ^b	0.1525 ± 0.0051 ^a

Примечание: все значения представлены как $M \pm SEM$, где M – среднее значение, SEM – стандартная ошибка. Достоверно различающиеся между собой группы отмечены буквами (тест Тьюки, $p < 0.05$).

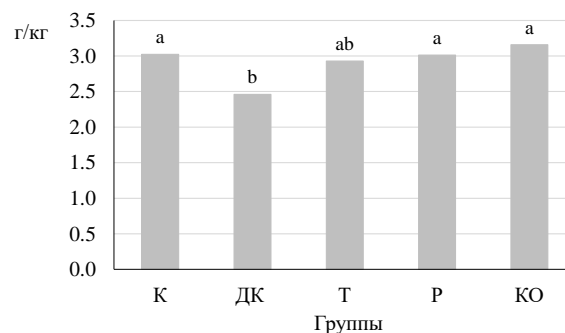


Рис. 1. Средние значения массы бедренной кости в изученных группах крыс. Достоверно различающиеся между собой группы отмечены буквами (тест Тьюки, $p < 0.05$)

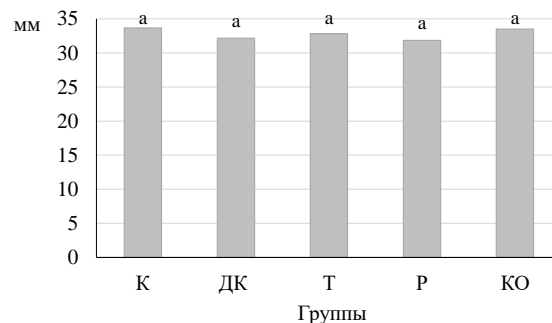


Рис. 2. Средние значения длины бедренной кости в изученных группах крыс. Достоверно различающиеся между собой группы отмечены буквами (тест Тьюки, $p < 0.05$)

Введение розмарина и тимьяна в рацион крыс привело к достоверному улучшению минеральной плотности кости по сравнению с группой ДК. Кроме того, группы Т и Р не имеют существенных различий по сравнению с контрольной (см. рис. 3).

Анализ содержания кальция, фосфора и магния в плазме крови у изученных экспериментальных групп (табл. 7) показал, что добавление тимьяна и розмарина достоверно повышало уровень кальция в плазме крови в группах Т и Р (8.92 ± 0.13 и 8.54 ± 0.11) по сравнению с контрольной группой (7.57 ± 0.12) ($p < 0.05$). Уровни магния и фосфора не имели существенных различий в исследуемых группах (рис. 4).

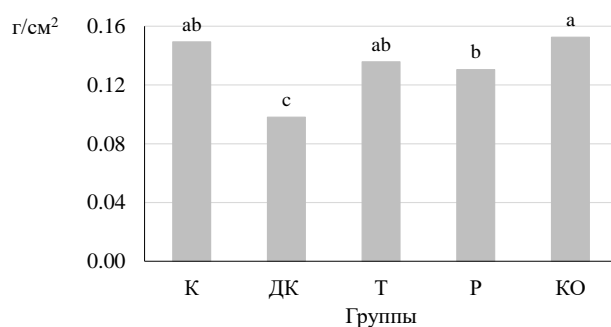


Рис. 3. Средние значения минеральной плотности кости бедра в изученных группах крыс. Достоверно различающиеся между собой группы отмечены буквами (тест Тьюки, $p < 0.05$)

Табл. 7

Уровни кальция, фосфора и магния в плазме для различных групп экспериментальных животных

Параметры	Группа К	Группа ДК	Группа Т	Группа Р	Группа КО
Кальций, мг/дл	9.62 ± 0.13^a	7.57 ± 0.12^d	8.92 ± 0.13^{bc}	8.54 ± 0.11^c	9.33 ± 0.12^{ab}
Фосфор, мг/дл	4.58 ± 0.12^a	4.67 ± 0.11^a	4.45 ± 0.12^a	4.39 ± 0.12^a	4.51 ± 0.13^a
Магний, мг/дл	1.79 ± 0.10^a	1.82 ± 0.10^a	2.02 ± 0.11^a	1.89 ± 0.10^a	1.91 ± 0.10^a

Примечание: все значения представлены как $M \pm SEM$, где M – среднее значение, SEM – стандартная ошибка. Достоверно различающиеся между собой группы отмечены буквами (тест Тьюки, $p < 0.05$).

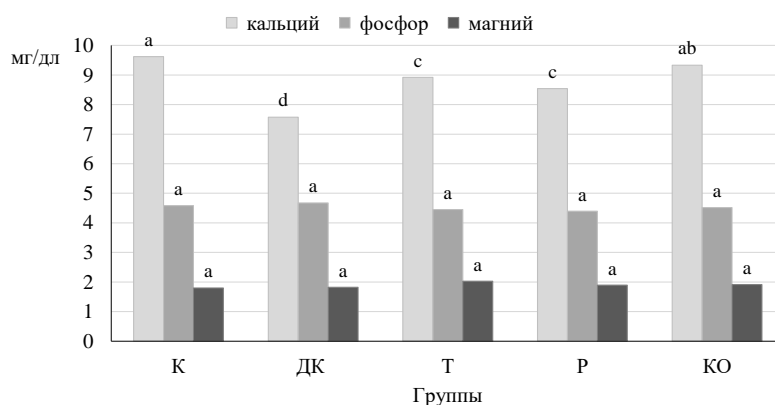


Рис. 4. Содержание кальция, фосфора и магния в плазме крови в изученных группах крыс. Достоверно различающиеся между собой группы отмечены буквами (тест Тьюки, $p < 0.05$)

Заключение

В ходе наших исследований достоверно показано, что биоактивные соединения монотерпенов тимьяна и розмарина являются эффективными ингибиторами резорбции кости и оказывают положительное влияние на показатели минеральной плотности и толщины кости. При этом биоактивные соединения масел тимьяна обладают более высоким эффектом действия, чем розмарина. Таким образом, можно утверждать, что добавление тимьяна и розмарина достоверно повышает уровень кальция в плазме крови крыс.

Благодарности. Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

Литература

1. Akarirmak Ü. Osteoporosis: A major problem – worldwide // Arch. Sport. Med. – 2018. – V. 2, No 1. – P. 106–108. – doi: 10.36959/987/237.
2. Boy H.I.A., Rutilla A.J.H., Santos K.A., Ty A.M.T., Yu A.I., Mahboob T., Tangpoong J., Nissapatorn V. Recommended medicinal plants as source of natural products: A review // Digit. Chinese Med. – 2018. – V. 1, No 2. – P. 131–142. – doi: 10.1016/S2589-3777(19)30018-7.
3. Mittal R.P., Rana A., Jaitak V. Essential oils: An impending substitute of synthetic antimicrobial agents to overcome antimicrobial resistance // Curr. Drug Targets. – 2019. – V. 20, No 6. – P. 605–624. – doi: 10.2174/1389450119666181031122917.
4. Герасименко Н.Ф., Позняковский В.М., Челнакова Н.Г. Здоровое питание и его роль в обеспечении качества жизни // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания – 2016. – № 4. – С. 52–57.
5. Mawalagedera S.M.U.P., Callahan D.L., Gaskett A.C., Rønsted N., Symonds M.R.E. Combining evolutionary inference and metabolomics to identify plants with medicinal potential // Front. Ecol. Evol. – 2019. – V. 7. – Art. 267, P. 1–11. – doi: 10.3389/fevo.2019.00267.
6. Elbahnasawy A.S., Valeeva E.R., El-Sayed E.M., Stepanova N.V. Protective effect of dietary oils containing omega-3 fatty acids against glucocorticoid-induced osteoporosis // J. Nutr. Health. – 2019. – V. 52, No 4. – P. 323–331. – doi: 10.4163/jnh.2019.52.4.323.
7. Tohidi B., Rahimmalek M., Arzani A. Essential oil composition, total phenolic, flavonoid contents, and antioxidant activity of *Thymus* species collected from different regions of Iran // Food Chem. – 2017. – V. 220. – P. 153–161. – doi: 10.1016/j.foodchem.2016.09.203.
8. Alsaraf S., Hadi Z., Al-Lawati W.M., Al Lawati A.A., Khan S.A. Chemical composition, *in vitro* antibacterial and antioxidant potential of Omani Thyme essential oil along with *in silico* studies of its major constituent // J. King Saud Univ., Sci. – 2020. – V. 32, No 1. – P. 1021–1028. – doi: 10.1016/j.jksus.2019.09.006.
9. Zairi A., Nouir S., Khalifa M.A., Ouni B., Haddad H., Khélifa A., Achour L., Trabelsi M. Phytochemical analysis and assessment of biological properties of essential oils obtained from *Thyme* and *Rosmarinus* species // Curr. Pharm. Biotechnol. – 2020. – V. 21, No 5. – P. 414–424. – doi: 10.2174/1389201020666191019124630.
10. Elkomy M.M., Elsaïd F.G. Anti-osteoporotic effect of medical herbs and calcium supplementation on ovariectomized rats // J. Basic Appl. Zool. – 2015. – V. 72 – P. 81–88. – doi: 10.1016/j.jobaz.2015.04.007.
11. Kompelly A., Kompelly S., Vasudha B., Narender B. *Rosmarinus officinalis* L.: An update review of its phytochemistry and biological activity // J. Drug Delivery Ther. – 2019. – V. 9, No 1. – P. 323–330. – doi: 10.22270/jddt.v9i1.2218.
12. Borges R.S., Ortíz B.L.S., Pereira A.C.M., Keita H., Carvalho J.C.T. *Rosmarinus officinalis* essential oil: A review of its phytochemistry, anti-inflammatory activity, and mechanisms of action involved // J. Ethnopharmacol. – 2019. – V. 229. – P. 29–45. –doi: 10.1016/j.jep.2018.09.038.
13. de Oliveira J.R., Camargo S.E.A., de Oliveira L.D. *Rosmarinus officinalis* L. (rosemary) as therapeutic and prophylactic agent // J. Biomed. Sci. – 2019. – V. 26, No 1. – Art. 5, P. 1–22 – doi: 10.1186/s12929-019-0499-8.

14. *Shinoki A., Hara H.* Calcium deficiency in the early stages after weaning is associated with the enhancement of a low level of adrenaline-stimulated lipolysis and reduction of adiponectin release in isolated rat mesenteric adipocytes // *Metabolism*. – 2010. – V. 59, No 7. – P. 951–958. – doi: 10.1016/j.metabol.2009.10.016.
15. *Reeves P.G., Nielsen F.H., Fahey G.C. Jr.* AIN-93 purified diets for laboratory rodents: Final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet // *J. Nutr.* – 1993. – V. 23, No 11. – P. 1939–1951. – doi: 10.1093/jn/123.11.1939.
16. *Naemura A., Ura M., Yamashita T., Arai R., Yamamoto J.* Long-term intake of rosemary and common thyme herbs inhibits experimental thrombosis without prolongation of bleeding time // *Thromb. Res.* – 2008. – V. 122, No 4. – P. 517–522. – doi: 10.1016/j.thromres.2008.01.014.

Поступила в редакцию
20.03.2020

Элбахнасови Амр Самир, аспирант кафедры биоэкологии, гигиены и общественного здоровья

Казанский (Приволжский) федеральный университет
ул. Кремлевская, д. 18, г. Казань, 420008, Россия
E-mail: *amrsamir84@yahoo.com*

Валеева Эмилия Рамзиевна, доктор медицинских наук, профессор кафедры биоэкологии, гигиены и общественного здоровья

Казанский (Приволжский) федеральный университет
ул. Кремлевская, д. 18, г. Казань, 420008, Россия
E-mail: *val_med@mail.ru*

ISSN 2542-064X (Print)
ISSN 2500-218X (Online)

UCHENYE ZAPISKI KAZANSKOGO UNIVERSITETA. SERIYA ESTESTVENNYE NAUKI
(Proceedings of Kazan University. Natural Sciences Series)

2020, vol. 162, no. 3, pp. 381–392

doi: 10.26907/2542-064X.2020.3.381-392

**Effects of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.)
and Thyme (*Thymus vulgaris* L.)
Essential Oils on Bone Tissue in Rats**

*A.S. Elbahnasawy**, *E.R. Valeeva***

Kazan Federal University, Kazan, 420008 Russia
E-mail: **amrsamir84@yahoo.com*, ***val_med@mail.ru*

Received March 20, 2020

Abstract

Millions of people around the world suffer from osteoporosis. We need highly effective, safe, and affordable therapeutic agents to help them. Medicinal plants offer a great potential for solving this problem, because they contain many bioactive substances in high concentrations. Of particular value are essential-oil-bearing plants, such as rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.). In this research, these two plants were analyzed to identify their effects on the state and formation of the bone tissue in rats. With this aim, we extracted volatile compounds and studied their essential oils using the method of gas chromatography. The results obtained demonstrate that thyme and rosemary monoterpenes effectively inhibit bone resorption. The addition of thyme and rosemary to the diet of rats significantly increased

the calcium concentration in their blood plasma and the bone mineral density as compared to the group of rats that were fed a calcium-deficient diet. Notably, thyme bioactive substances have a stronger effect on the bone tissue than rosemary.

Keywords: bone tissue, bone mineral density, rosemary, thyme, essential oils

Acknowledgments. The work is performed according to the Russian Government Program of Competitive Growth of Kazan Federal University.

Figure Captions

Fig. 1. Average femur mass in the studied groups of rats. Groups that are significantly different from each other are indicated with letters (Tukey's test, $p < 0.05$).

Fig. 2. Average femur length in the studied groups of rats. Groups that are significantly different from each other are indicated with letters (Tukey's test, $p < 0.05$).

Fig. 3. Average femur mineral density in the studied groups of rats. Groups that are significantly different from each other are indicated with letters (Tukey's test, $p < 0.05$).

Fig. 4. Calcium, phosphorus, and magnesium concentrations in the blood plasma of the studied groups of rats. Groups that are significantly different from each other are indicated with letters (Tukey's test, $p < 0.05$).

References

1. Akarirmak Ü. Osteoporosis: A major problem – worldwide. *Arch. Sports Med.*, 2018, vol. 2, no. 1, pp. 106–108. doi: 10.36959/987/237.
2. Boy H.I.A., Rutilla A.J.H., Santos K.A., Ty A.M.T., Yu A.I., Mahboob T., Tangpoong J., Nissapatorn V. Recommended medicinal plants as source of natural products: A review. *Digital Chin. Med.*, 2018, vol. 1, no. 2, pp. 131–142. doi: 10.1016/S2589-3777(19)30018-7.
3. Mittal R.P., Rana A., Jaitak V. Essential oils: An impending substitute of synthetic antimicrobial agents to overcome antimicrobial resistance. *Curr. Drug Targets*, 2019, vol. 20, no. 6, pp. 605–624. doi: 10.2174/1389450119666181031122917.
4. Gerasimenko N.F., Poznyakovskii V.M., Chelnakova N.G. Healthy eating and its role in ensuring the high quality of life. *Tekhnol. Pishch. Pererab. Prom-sti. APK-Prod. Zdorovogo Pitan.*, 2016, no. 4, pp. 52–57. (In Russian)
5. Mawalagedera S.M.U.P., Callahan D.L., Gaskett A.C., Rønsted N., Symonds M.R.E. Combining evolutionary inference and metabolomics to identify plants with medicinal potential. *Front. Ecol. Evol.*, 2019, vol. 7, art. 267, pp. 1–11. doi: 10.3389/fevo.2019.00267.
6. Elbahnasawy A.S., Valeeva E.R., El-Sayed E.M., Stepanova N.V. Protective effect of dietary oils containing omega-3 fatty acids against glucocorticoid-induced osteoporosis. *J. Nutr. Health.*, 2019, vol. 52, no. 4, pp. 323–331. doi: 10.4163/jnh.2019.52.4.323.
7. Tohidi B., Rahimmalek M., Arzani A. Essential oil composition, total phenolic, flavonoid contents, and antioxidant activity of *Thymus* species collected from different regions of Iran. *Food Chem.*, 2017, vol. 220, pp. 153–161. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.09.203.
8. Alsaraf S., Hadi Z., Al-Lawati W.M., Al Lawati A.A., Khan S.A. Chemical composition, *in vitro* antibacterial and antioxidant potential of Omani Thyme essential oil along with *in silico* studies of its major constituent. *J. King Saud Univ., Sci.*, 2020, vol. 32, no. 1, pp. 1021–1028. doi: 10.1016/j.jksus.2019.09.006.
9. Zaïri A., Nouir S., Khalifa M.A., Ouni B., Haddad H., Khélifa A., Achour L., Trabelsi M. Phytochemical analysis and assessment of biological properties of essential oils obtained from *Thyme* and *Rosmarinus* species. *Curr. Pharm. Biotechnol.*, 2020, vol. 21, no. 5, pp. 414–424. doi: 10.2174/1389201020666191019124630.
10. Elkomy M.M., Elsaid F.G. Anti-osteoporotic effect of medical herbs and calcium supplementation on ovariectomized rats. *J. Basic Appl. Zool.*, 2015, vol. 72, pp. 81–88. doi: 10.1016/j.jobaz.2015.04.007.
11. Kompelly A., Kompelly S., Vasudha B., Narender B. *Rosmarinus officinalis* L.: An update review of its phytochemistry and biological activity. *J. Drug Delivery Ther.*, 2019, vol. 9, no. 1, pp. 323–330. doi: 10.22270/jddt.v9i1.2218.

12. Borges R.S., Ortiz B.L.S., Pereira A.C.M., Keita H., Carvalho J.C.T. *Rosmarinus officinalis* essential oil: A review of its phytochemistry, anti-inflammatory activity, and mechanisms of action involved. *J. Ethnopharmacol.*, 2019, vol. 229, pp. 29–45. doi: 10.1016/j.jep.2018.09.038.
13. de Oliveira J.R., Camargo S.E.A., de Oliveira L.D. *Rosmarinus officinalis* L. (rosemary) as therapeutic and prophylactic agent. *J. Biomed. Sci.*, 2019, vol. 26, no. 1, art. 5, pp. 1–22. doi: 10.1186/s12929-019-0499-8.
14. Shinoki A., Hara H. Calcium deficiency in the early stages after weaning is associated with the enhancement of a low level of adrenaline-stimulated lipolysis and reduction of adiponectin release in isolated rat mesenteric adipocytes. *Metabolism*, 2010, vol. 59, no. 7, pp. 951–958. doi: 10.1016/j.metabol.2009.10.016.
15. Reeves P.G., Nielsen F.H., Fahey G.C.Jr. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: Final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J. Nutr.*, 1993, vol. 23, no. 11, pp. 1939–1951. doi: 10.1093/jn/123.11.1939.
16. Naemura A., Ura M., Yamashita T., Arai R., Yamamoto J. Long-term intake of rosemary and common thyme herbs inhibits experimental thrombosis without prolongation of bleeding time. *Thromb. Res.*, 2008, vol. 122, no. 4, pp. 517–522. doi: 10.1016/j.thromres.2008.01.014.

Для цитирования: Элбахнасави А.С., Валева Э.Р. Влияние эфирных масел розмарина (*Rosmarinus officinalis* L.) и тимьяна (*Thymus vulgaris* L.) на костную ткань крыс // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2020. – Т. 162, кн. 3. – С. 381–392. – doi: 10.26907/2542-064X.2020.3.381-392.

For citation: Elbahnasawy A.S., Valeeva E.R. Effects of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oils on bone tissue in rats. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2020, vol. 162, no. 3, pp. 381–392. doi: 10.26907/2542-064X.2020.3.381-392. (In Russian)