



УДК 547.9:796.1

Л. М. Гуніна

## Один з механізмів впливу рослинного адаптогену лимоннику китайського на фізичну працездатність спортсменів

(Представлено членом-кореспондентом НАН України І. С. Чекманом)

*Проаналізовано результати впливу екстракту насіння лимоннику китайського на прооксидантно-антиоксидантну рівновагу в клітинних мембранах (на прикладі мембран еритроцитів) і динаміку показників фізичної працездатності спортсменів. Встановлені кореляційні зв'язки між поліпшенням показників фізичної працездатності та нормалізацією параметрів перекисного окиснення ліпідів і антиоксидантного захисту в клітинних мембранах. Автори вважають, що отримані результати розкривають нові механізми адаптаційної дії лимоннику китайського.*

У спорті внаслідок понадінтенсивних навантажень та тривалого психоемоційного стресу, впливу несприятливих факторів навколишнього середовища тощо виникає ініціація вільно-радикальних процесів з накопиченням активних форм кисню та проявами тканинної гіпоксії [1]. Накопичення вільних радикалів сприяє утворенню токсичних продуктів метаболізму, які порушують структуру та функцію клітинних мембран, що призводить до погіршення біоенергетичних механізмів та, відповідно, зниження фізичної працездатності [2, 3]. Водночас інтенсивні фізичні навантаження та притаманні їм різноманітні метаболічні зрушення супроводжуються негативними змінами антиоксидантного захисту, що ще більш погіршує ситуацію [4].

У практиці спортивної медицини контроль за ефективністю тренувального процесу повинен здійснюватися на основі комплексної оцінки гомеостатичних параметрів, серед яких прооксидантно-антиоксидантній рівновазі (ПАР) належить важливе місце. Регуляція порушеного гомеостатичного балансу може здійснюватися різними шляхами, зокрема, застосуванням прямих екзогенних антиоксидантів та речовин, що блокують розвиток окиснювальних процесів [5].

Оскільки використання синтетичних антиоксидантів має низку побічних ефектів та протипоказань, все частіше увага дослідників у спортивній фармакології спрямовується на застосування природних, зокрема, рослинних субстанцій, які проявляють значну захисну

© Л. М. Гуніна, 2013

біологічну активність щодо різноманітних шкідливих чинників [6]. Слід підкреслити, що у практиці спортивної підготовки можуть бути використані лише ті рослини, складові яких не належать до речовин з допінговою дією [7].

Більшість плодово-ягідних рослин є потенційними джерелами комплексу біологічно активних речовин, які пригнічують накопичення вільних радикалів та токсичних продуктів метаболізму в організмі, сприяють підвищенню його адаптаційного потенціалу та неспецифічної резистентності, тобто мають широкий спектр фармакологічного впливу. Саме таку антиоксидантну (захисну) дію справляють Р-вітамінні сполуки флавоноїдної природи, каротиноїди, токофероли, пектини, вітаміни різних класів тощо, які містяться у рослинах [7]. Клітини рослин мають високий енергетичний потенціал, легко рухаються і, завдяки біологічно-активним речовинам, які визначають спрямованість їхньої дії, в організмі людини легко вбудовуються у клітинні органели, зокрема мембрани, та проникають крізь плазмолему, стимулюючи роботу усіх органів і систем.

В першу чергу мова йде про адаптогени, тобто засоби, які підвищують стійкість різних тканин та систем організму до нестачі кисню. З адаптогенів рослинного походження спочатку був досліджений женьшень, пізніше була доведена висока ефективність для спорту препаратів елеутерококу колючого, родіоли рожевої, левзеї сафлоровидної, аралії маньчжурської, лимоннику китайського та ін. [8].

Спектр фармакологічної дії різних частин лимоннику китайського (*Schizandra chinensis* (Turcz.) Baill.) відрізняється і залежить від кількісного та якісного складу біологічно активних речовин (БАР). В плодах лимоннику знайдено фенольні (Р-активні — біля 100 мг/100 г сировини, переважно катехіни) та мінеральні сполуки, вітаміни, органічні кислоти, цукри (2–6%, переважно моносахариди), ліпіди, вуглеводи та ін. У соку плодів лимоннику встановлена присутність винної (до 3%), лимонної (до 52%), яблучної (40%), бурштинової (до 4%) та щавлевої кислот. Сік також містить пектини (0,2–4%) і вітамін С (до 33 мг/%). Крім того, у плодах лимоннику знайдено ненасичені жирні кислоти, зокрема лінолева та ліноленова. Вважається, що основна біологічна активність лимоннику та його стимулююча дія на організм обумовлені, в основному, наявністю схізандрину. В стиглому насінні більше 5% припадає на долю фенольної лігнанової фракції, котра є сумішшю схізандрину та його аналогів ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -,  $\epsilon$ -, псевдо- $\gamma$ - та нео- $\gamma$ -схізандрини, дезоксисхізандрин, схізандрол та ін.). Структура деяких сполук (схізандрину, схізандролу,  $\gamma$ -схізандрину, дезоксисхізандрину) встановлена, інші сполуки отримано у чистому вигляді [9].

У спорті лимонник китайський як один з найпоширеніших представників рослинних адаптогенів широко застосовується для підвищення фізичної працездатності, активізації обміну речовин і покращення регенераторних процесів [10]. Плоди (насіння) лимоннику мають здатність збільшувати життєву ємність легень, транспорт кисню до працюючих м'язів спортсмена, прискорювати утворення еритроцитів, попереджуючи розвиток анемії та виникнення гіпоксичних станів у атлетів, тонізують серцево-судинну, дихальну та центральну нервову систему. Крім підвищення загальної фізичної працездатності, а також специфічних параметрів тренуваності, для спортсменів, зокрема важкоатлетів, дуже важливим є вдосконалення нейрорегуляторних механізмів, тобто внутрішньо- та міжм'язової координації та оптимальний рівень взаємозв'язку міжм'язової та центральної нервової системою, які здебільшого залежать від швидкості передачі нервово-м'язового імпульсу [11]. З урахуванням того, що застосування лимоннику китайського найбільшою мірою, порівняно з іншими адаптогенами, посилює процеси збудження у центральній нервовій системі, водночас значно підвищуючи фізичну та розумову працездатність,

його застосування у фармакологічному забезпеченні підготовки спортсменів є цілком доцільним.

Проте незважаючи на значну кількість робіт щодо загальної ролі лимоннику китайського у підвищенні фізичної та розумової працездатності, стійкості до гіпоксії та активуючого загального впливу на фізіологічний стан організму спортсменів, дослідження щодо тонких механізмів дії цього адаптогену на рівні субклітинних структур до цього часу не проводилися.

Мета роботи — визначення впливу лимоннику китайського на прооксидантно-антиоксидантну рівновагу в клітинних мембранах у взаємозв'язку з показниками фізичної працездатності спортсменів.

**Матеріал та методика досліджень.** У фармакологічному забезпеченні різних видів спорту препарати лимоннику широко застосовуються у вигляді водних настоек та спиртових екстрактів; нами використано саме фармакопейну форму спиртового екстракту насіння лимоннику китайського. Дослідження були проведені протягом 14 днів у 25 спортсменів-важкоатлетів (чоловіки) віком від 19 до 25 років, 10 з яких склали контрольну групу (не приймали препарати на основі лимоннику), а решта — основну. У представників основної групи протягом дослідження, крім загальноприйнятого фармакологічного забезпечення (пластичні та енергетичні субстрати, вітамінні препарати, імуномодулятори та ін.), як адаптоген додатково застосовували екстракт лимоннику по 25 крапель двічі на добу. Біохімічні дослідження проводили до початку прийому препарату та після його закінчення.

Фізичну працездатність оцінювали за змінами спеціальних контрольних вправ (стрибок вгору з місця, ривкова тяга) за методикою В. М. Абалакова [12]. Спортсмени виконували по три спроби цих вправ із визначенням також часу, затраченого на виконання вправи. Усього було проведено 72 вимірювання та зареєстровано 288 показників. До аналізу були включені середні значення результатів вправ у кожного спортсмена.

Біохімічні дослідження у клітинних мембранах здійснювали, використовуючи тіні еритроцитів, оскільки вони є достатньо адекватною моделлю загального пулу клітинних мембран організму [13]. Для досліджень застосовували суспензію тіней еритроцитів, яку отримували після триразової обробки зразка крові, стабілізованої 3,8% розчином натрію цитрату, за допомогою ізотонічного розчину натрію хлориду з наступним центрифугуванням при 3000 хв<sup>-1</sup> протягом 10 хв. Осад еритроцитів відмивали від залишків плазми в 155 мМ розчині натрію хлориду та центрифугували ще раз за таких самих умов.

Оцінку прооксидантно-антиоксидантної рівноваги (ПАР) безпосередньо у клітинних мембранах проводили за змінами активності перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ) та ступеня антиоксидантного захисту. Визначення в мембрані еритроцитів активності процесу ПОЛ проводили шляхом дослідження вмісту одного з його проміжних продуктів — маловольного діальдегіду (МДА) із спектрофотометричним визначенням різниці поглинання при довжинах хвиль 532 і 580 нм. Антиоксидантну активність досліджували за змінами вмісту відновленого глутатіону (GSH) після інкубації еритроцитарної суспензії з реактивом Елмана при вимірюванні оптичної густини утвореного продукту реакції (тіонітрофенільні аніони) при довжині хвилі 412 нм. За відношенням вмісту МДА до вмісту GSH розраховували прооксидантно-антиоксидантний коефіцієнт ( $K_{\text{па}}$ ). Для оцінки функціонального стану мембрани еритроцитів визначали її сорбційну здатність (СЗЕ) за змінами швидкості поглинання вітального барвника метиленового синього. Для порівняння аналогічні дослідження були проведені також у 10 донорів (здорові нетреновані особи) відповідного віку та статі. Усі біохімічні дослідження виконано, як описано в роботі [1].

Математичну обробку, подальші розрахунки і багатофакторний кореляційний аналіз з визначенням коефіцієнтів кореляції Пирсона ( $r$ ) та їхньої достовірності проводили за допомогою прикладних пакетів комп'ютерних програм "GraphStatInPad" та "Excel 97". Вірогідність різниці розраховували за  $t$ -критерієм Ст'юдента.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Було встановлено, що тривалі фізичні навантаження у спортсменів призводять до зсуву ПАР в мембранах у бік накопичення продуктів ПОЛ, на що вказує збільшення вмісту МДА та зниження — GSH. Про зміни у стані ПАР свідчить також зростання  $K_{\text{па}}$ . Якщо у здорових нетренованих осіб (донори) цей показник дорівнює 2,0 ум. од., то за інтенсивних фізичних навантажень він зростає до 2,42 ум. од., що вказує на активацію окиснювальних процесів у плазматичних мембранах (табл. 1).

Застосування екстракту плодів лимоннику водночас гальмує активність ліпопереокиснення, що віддзеркалює зменшення вмісту МДА як одного з проміжних його продуктів, та сприяє зростанню ступеня антиоксидантного захисту, яке відображається збільшенням концентрації GSH в мембранах еритроцитів. Під дією цього адаптогену величина  $K_{\text{па}}$  у спортсменів знижується до 1,32. Покращення біохімічних показників у мембрані супроводжується стабілізацією її функціональних властивостей, на що вказує значне зниження СЗЕ. В той же час у контрольній групі під впливом навантажень зростаючої інтенсивності продовжується накопичення продуктів ПОЛ та зменшується антиоксидантний захист (див. табл. 1).

Водночас застосування екстракту плодів лимоннику китайського супроводжується покращенням параметрів фізичної працездатності. Якщо в контрольній групі після закінчення досліджень ці показники погіршуються — знижується висота стрибка та зростає час його виконання, то під впливом адаптогену висота стрибка, порівняно з даними до початку прийому лимоннику, зростає на 14,3%, а час виконання стрибка зменшується в середньому на 9,1%.

На останньому етапі роботи було проаналізовано кореляційні залежності між вивченими параметрами ПАР та показниками фізичної працездатності спортсменів. Встановлено, що після закінчення дослідження між рівнем МДА в клітинних мембранах, який відображує інтенсивність процесів ПОЛ в них, та показниками фізичної працездатності існують такі залежності: між МДА, з одного боку, та висотою і часом виконання тяги ривкової та висотою і часом виконання стрибка, з другого, відповідно  $r_1 = -0,78$ ,  $r_2 = +0,55$ ,  $r_3 = -0,47$ ,

Таблиця 1. Зміни показників ПАР і функціонального стану мембран еритроцитів у спортсменів під впливом лимоннику китайського

Показник ( $M \pm m$ )	Група досліджених			
	донори ( $n = 10$ )	до початку дослідження ( $n = 25$ )	контрольна після закінчення дослідження ( $n = 10$ )	дослідна після закінчення дослідження ( $n = 15$ )
Малоновий діальдегід, нмоль $\cdot 10^6$ еритр.	3,67 $\pm$ 0,10	5,46 $\pm$ 0,17*	5,92 $\pm$ 0,18*	4,23 $\pm$ 0,11 <sup>#*</sup>
Відновлений глутатіон, $10^{-12}$ ммоль $\cdot$ еритр. <sup>-1</sup>	1,83 $\pm$ 0,11	2,28 $\pm$ 0,14*	2,19 $\pm$ 0,14	3,19 $\pm$ 0,24 <sup>#*</sup>
Сорбційна здатність еритроцитів, %	21,6 $\pm$ 1,4	35,3,4 $\pm$ 2,16*	34,4 $\pm$ 2,07*	26,6 $\pm$ 1,14 <sup>#*</sup>
$K_{\text{па}}$ , ум. од.	2,0 $\pm$ 0,02	2,42 $\pm$ 0,03*	2,70 $\pm$ 0,04 <sup>#*</sup>	1,32 $\pm$ 0,06 <sup>#*</sup>

\* —  $P < 0,05$  порівняно з даними у здорових нетренованих осіб (донорів);

# —  $P < 0,05$  порівняно з даними в контрольній групі після закінчення дослідження.

$r_4 = +0,85$ . Знайдено також кореляційні залежності між вмістом GSH, що віддзеркалює напруженість антиоксидантного захисту в клітинних мембранах, з одного боку, та вищезазначеними показниками фізичної працездатності, з іншого:  $r_1 = +0,97$ ,  $r_2 = -0,47$ ,  $r_3 = +0,85$ ,  $r_4 = -0,73$  відповідно ( $P$  в усіх випадках  $< 0,05$ ). Тобто, процеси ПОЛ та антиоксидантного захисту спричиняють прямо протилежний вплив на показники фізичної працездатності спортсменів: чим вища інтенсивність ПОЛ, тим гірші показники якості виконання вправ і тим більше часу витрачається на їх виконання. Зростання вмісту відновленого GSH, навпаки, веде, до збільшення якості здійснених вправ-тестів і зменшення часу на їх виконання.

Таким чином, отримані дані дають змогу резюмувати, що позитивний вплив екстракту плодів лимоннику китайського на фізичну працездатність спортсменів значною мірою базується на гальмуванні процесів ПОЛ та зростанні антиоксидантного захисту в клітинних мембранах, тобто на нормалізації ПАР, що призводить до покращення поверхневої цитоархітектури клітин та сприяє кращому протіканню біохімічних процесів, які базуються на мембранних реакціях. В першу чергу, мова йде про прискорення швидкості проведення нервово-м'язового імпульсу [14], на чому й ґрунтується значною мірою позитивний вплив лимоннику на фізичну працездатність спортсменів.

1. Гуніна Л. М., Олійник С. А., Іванов С. В. Зміни показників крові та прооксидантно-антиоксидантного балансу в мембранах еритроцитів при інтенсивному фізичному навантаженні // Медична хімія – 2007. – 9, № 1. – С. 95–99.
2. Конюшок С. О., Гуніна Л. М., Олійник С. А. та ін. Експериментальне обґрунтування доцільності застосування препаратів з лікарських рослин у пауерліфтингу // Молода спортивна наука України: матеріали наук.-практ. конф. – Наук. вісн. Львівського держ. ун-ту фіз. культури. – 2007. – Вип. 11. – С. 211–212.
3. Karolkiewicz J., Szczesniak L., Deskur-Smielecka E. et al. Oxidative stress and antioxidant defense system in healthy, elderly men: relationship to physical activity // Aging Male. – 2003. – 6, No 2. – P. 100–105.
4. Dong J., Chen P., Wang R. NADPH oxidase: a target for the modulation of the excessive oxidase damage induced by overtraining in rat neutrophils // Int. J. Biol. Sci. – 2011. – 7, No 6. – P. 881–891.
5. Гуніна Л. М. Вплив сукцинату натрію на еритроцити за окисного стресу при інтенсивних фізичних навантаженнях // Фізіол. журн. – 2011. – 56, № 6. – С. 71–79.
6. Максютіна Н. П., Пилипчук Л. Б. Рослинні антиоксиданти і пектини в лікуванні і профілактиці променевого уражень і детоксикації організму // Фармацевт. журн. – 1996. – № 6. – С. 35–41.
7. Головкин Б. Н., Руденская Р. Н., Трофимова И. А., Шретер А. И. Биологически активные вещества растительного происхождения. В 3-х томах / Отв. ред. Б. Ф. Семихов. – Москва: Наука, 2001. – 764 с.
8. Витковський В. Л. Плодовое растения мира. – Санкт-Петербург-Москва-Краснодар: Лань, 2003. – С. 415–418.
9. Самойленко Л. И., Супрунов Н. И. Содержание лигнанов в лимоннике китайском // Раст. ресурсы. – 1974. – 10, вып. 1. – С. 23–25.
10. Кулиненко О. С. Фармакологическая помощь спортсмену. – Москва: Совет. спорт, 2006. – 239 с.
11. Дворкин Л. С. Тяжелая атлетика: Учебник для вузов. – Москва: Совет. спорт, 2005. – 600 с.
12. Ипполитов Н. С. О прогностической значимости показателей силовой и скоростно-силовой подготовленности при отборе подростков для занятий тяжелой атлетикой // Проблемы юнош. спорта: материалы III Всесоюз. науч. конф. – Москва, 1973. – С. 137–138.
13. Cazzola R., Russo-Volpe S., Cervato G., Cestaro B. Biochemical assessments of oxidative stress, erythrocyte membrane fluidity and antioxidant status in professional soccer players and sedentary controls // Eur. J. of Clinical Invest. – 2003. – 33. – P. 924–930.
14. Гуніна Л., Конюшок С. Антиоксидантное влияние растительных адаптогенов на мембраны эритроцитов тяжелоатлетов // Наука в олимп. спорте. – 2008. – № 2. – С. 111–114.

Л. М. Гунина

**Один из механизмов влияния растительного адаптогена лимонника китайского на физическую работоспособность**

*Проанализировано результаты влияния экстракта семян лимонника китайского на прооксидантно-антиоксидантное равновесие в клеточных мембранах (на примере мембран эритроцитов) и динамику показателей физической работоспособности спортсменов. Установлены корреляционные связи между улучшением показателей физической работоспособности и нормализацией параметров перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты в клеточных мембранах. Автор считает, что полученные результаты раскрывают новые механизмы адаптационного действия лимонника китайского.*

L. M. Gunina

**One of the mechanisms of influence of vegetable adaptogen *Shizandra chinensis* on the physical capacity**

*The results of influence of Shizandra chinensis seeds extract on the prooxidant-antioxidant balance in cellular membranes (by the example of erythrocyte's membrane) and the dynamics of physical capacity indices in sportsmen are analyzed. Cross-correlation connections are set between the improvement of physical capacity indices and the normalization of parameters of lipid peroxidation and antioxidant defence in cellular membranes. The author considers that the results obtained expose the new mechanisms of adaptation action of Shizandra chinensis.*