

RESEARCH OF STEROID COMPLEXES OF DIFFERENT VARIETIES OF BUCKWHEAT

A. Dubinina, S. Lenert, T. Popova

Kharkiv State University of Food Technology and Trade

<p>Key words: <i>Buckwheat</i> <i>Selection variety</i> <i>Phytosterols</i> <i>Cholesterol</i></p> <hr/> <p>Article history: Received 15.08.2015 Received in revised form 18.08.2015 Accepted 06.09.2015</p> <hr/> <p>Corresponding author: A. Dubinina E-mail: tovaroved206@rambler.ru</p>	<p>ABSTRACT</p> <p>Qualitative and quantitative composition of steroid complex of different varieties of buckwheat which are the most promising ones for cultivation in forest-steppe zone of Ukraine is researched in the article. Steroid complex testing was conducted by chromatographic method. It is established that buckwheat is an important and affordable source of plant sterols, it has much more plant sterols compared to many other cereals. β-sitosterol is the main component of buckwheat phytosterols, the mass fraction of which is 77.9...85.3 %. It is experimentally proved that the total content of a steroid complex depends on buckwheat variety. Buckwheat varieties <i>Dyuymovochka</i> and <i>Kosmeяa</i> have the largest number of phytosterols. These varieties can be considered the most promising for the production of functional purpose food products with lower cholesterol's effect.</p>
---	--

ДОСЛІДЖЕННЯ СТЕРОЇДНОГО КОМПЛЕКСУ КРУПИ З ГРЕЧКИ РІЗНИХ СОРТІВ

А.А. Дубініна, С.О. Ленерт, Т.М. Попова

Харківський державний університет харчування та торгівлі

У статті досліджено якісний і кількісний склад стероїдного комплексу крупи з гречки різних сортів, найбільш перспективних для вирощування у зоні Лісо-степу України. Визначення стероїдного комплексу проводили газохроматографічним методом. Встановлено, що гречана крупа є важливим і доступним джерелом рослинних стеринів, за вмістом яких вона перевершує багато інших крупів. Основним компонентом фітостеролів гречаної крупи є β -ситостерин, масова частка якого складає 77,9...85,3 %. Експериментально підтверджено, що сумарний вміст стероїдного комплексу залежить від сортової приналежності гречки, з якої виготовлена крупа. Найбільшу кількість фітостеролів зафіксовано у крупі з гречки сортів «Дюймочка» та «Космея». Саме ці сорти можна вважати найбільш перспективними для виробництва продуктів функціонального призначення з холестеринзнижуючим ефектом.

Ключові слова: гречана крупа, гречка, селекційний сорт, фітостероли, холестерин.

Постановка проблеми. У сучасній концепції харчування все більше уваги приділяється компонентам їжі — мікронутрієнтам та біологічно активним

мінорним компонентам, до яких відносяться біофлавоноїди, фітостерини, таніни, фенольні кислоти, лігніни, сапоніни тощо. Інтенсивно вивчається їх роль у запобіганні так званих «хвороб цивілізації» — атеросклерозу, тромбозу, хвороб серця, цукрового діабету, деяких форм раку. Отримані результати досліджень підтверджують значну антиканцерогенну, протиракову, протизапальну, протисклеротичну, антибактерицидну й антиоксидантну дію цих речовин [1—5].

Перспективним класом біологічно активних мінорних компонентів їжі є фітостероли (рослинні стерини), які належать до групи сполук, що називаються тритерпенами. На сьогоднішній день виділено понад 4000 різних тритерпенів, 250 з яких можуть бути віднесені до фітостеролів [6]. Встановлено, що у рослин виробляється безліч стеролів, тоді як у тварин є тільки один — холестерин. За хімічною структурною формулою фітостероли дуже схожі на тваринний холестерин, вони мають стероїдну природу та відрізняються лише боковим ланцюгом [7]. Незважаючи на велику подібність між фітостеролами та холестерином, відзначається значна різниця в поглинанні цих речовин в організмі людини. У той час як холестерин добре всмоктується в кишечнику, поглинання фітостеролу практично не відбувається. Абсолютно різна відповідна реакція організму на зміни у складі сироватки крові. Холестерин накопичується в організмі, а фітостероли зазвичай швидко виводяться з жовчю. Внаслідок відмінностей на молекулярному рівні всмоктування холестерину в кишечнику ефективно блокується фітостеролами, знижуючи таким чином абсорбцію холестерину і покращуючи його виведення з організму. Отже, при вживанні рослинних стеринів знижується концентрація загального холестерину і ліпопротеїдів малої щільності («поганого холестерину») в крові, а регулярне вживання їжі, яка багата на фітостероли, може зупинити атеросклеротичний процес [8]. Включення продуктів харчування з фітостеринами як добавок у раціон може знизити ймовірність виникнення хронічних неінфекційних захворювань (атеросклерозу, інфарктів, інсультів та інших серцево-судинних хвороб).

Високий рівень захворюваності, зростання смертності, зниження середньої тривалості життя, значна поширеність хронічних неінфекційних захворювань ставить перед людством невідкладне завдання пошуку багатих, доступних і дешевих джерел фітостеролів. Дослідження стероїдного комплексу у різних видах рослинної сировини, використання фітостеролів для збагачення натуральних і створення нових харчових продуктів є актуальним і важливим завданням збереження і покращення здоров'я, збільшення тривалості життя населення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Здатність фітостеролів знижувати рівень холестерину була вперше доведена на початку 1950-х років в дослідженнях Петерсона, який вивчав всмоктування холестерину в курей, що отримували збагачений фітостеролами корм. Розумінню ефекту фітостеролів у тварин і людини сприяли дослідження Поллака, Беста, Фаркара та ін. Сам механізм холестеринзнижуючого ефекту фітостеролів досліджений недостатньо. Доведено, що фітостероли знижують всмоктуваність холестерину в кишечнику на 30...50 %. При утворенні міцел з жовчаними кислотами фітостероли конкурують із холестерином. Саме тому ресорбція у кишковому

епітелії міцел холестерину значно зменшується. Також завдяки своїй схожості структури холестерину й фітостероли легко включаються в біомембрани ентероцитів і блокують рецептори холестерину, знижуючи абсорбцію холестерину й поліпшуючи його виведення з організму [9]. Інші дослідження свідчать, що фітостероли здатні інгібувати активність таких ферментів, як ліпаза, естераза й ацил-КоА: холестерин-ацилтрансфераза. Саме це спричиняє утворення нових ефірів ресорбованого холестерину всередині клітини та зниження абсорбції холестерину [10]. Доведено також, що фітостероли поліпшують зворотний транспорт холестерину, знижуючи потребу організму в екзогенному холестерині; підвищують експресію мембранних білків-транспортів фітостеролів, що контролюють транспорт холестерину та його відтік, і підсилюють синтез клітинних рецепторів ліпопротеїнів низької щільності [11]. Встановлено, що середнє статистичне вживання фітостеролів у їжу людиною складає 140...160 мг на добу [12]. Холестеринзнижуючий ефект залежить від кількості вживання 4-дезметилфітостеролів за добу. Так, вживання фітостеролів у кількості 0,8...1 г на добу призводить до зниження ліпопротеїдів низької щільності (ЛПНЩ) — холестерину на 5 % [13], а добова доза 1,5...3 г зменшує вміст холестерину на 10...16 % [14]. За призначенням наукового комітету харчових продуктів (Scientific Committee on Food (SCF)) рекомендована максимальна добова доза фітостеролів складає 3 г [15]. Вживання в їжу більше 3 г фітостеролів на добу може, навпаки, призводити до небажаних ефектів — недостатньої абсорбції жиророзчинних вітамінів і каротиноїдів. Проте загалом фітостероли нетоксичні для організму людини.

За структурними та біосинтетичними властивостями фітостероли поділяються на 4-дезметилстероли (кампестерол, ситостерол тощо), 4 α -моно-метилстероли (грамістерол) і 4, 4-діметилстероли (циклоартенол, 24-мети-ленциклоартанол). У продуктах рослинного походження превалюють 4-дезметилстероли (їх вміст складає до 85 % загальної кількості фітостеролів), серед яких переважає ситостерол, стигмастерол, кампестерол, брасікастерол і авеностерол.

Фітостероли наявні практично у всіх продуктах рослинного походження в різній кількості. Основними джерелами фітостеринів є насіння, рослинні олії та горіхи. Містяться вони також у круп'яних культурах, сої та інших бобових, моркві, томатах, цитрусових та інших фруктах та овочах.

Відомо, що на першому місці серед продуктів рослинного походження стоять зернові, які становлять основу харчування населення більшості країн світу. Серед значної кількості зернових продуктів особлива увага приділяється крупам, які входять до переліку продуктів харчування першої необхідності та доступні практично всім верствам населення.

Серед великого асортименту крупів значною популярністю і великим попитом користується гречана крупа, яка має високу харчову та споживну цінність. Літературні дані свідчать, що гречка — природне джерело багатьох корисних речовин. Так, у гречці міститься до 16 % легкозасвоюваних білків (серед яких такі амінокислоти, як аргінін і лізин); до 65 % вуглеводів; до 3 % жирів; велика кількість мінеральних речовин (кальцій, залізо, мідь, фосфор, марганець, цинк, бор тощо); клітковина; лимонна, яблучна кислоти; вітаміни груп В, Р і РР. Завдяки унікальному хімічному складу гречка вважається

універсальним компонентом здорового харчування, широко використовується в дитячому та лікувально-профілактичному харчуванні.

Вивченням загального хімічного, вітамінного, мінерального складу гречаної крупи, дослідженням амінокислотного складу білка, жирнокислотного складу жиру, визначенням вмісту біологічно активних компонентів (флавоноїдів, флавонів, фенольних кислот, фітостеринів, дубильних речовин тощо) займалися такі зарубіжні та вітчизняні вчені, як Ю. Померанц, Г.С. Роббінс, К. Ікеда, М. Кішіда, Инг Ванг, І. Крефт, О. Оніші, О. Алексієва, Н. Фесенко та ін. При цьому недостатньо уваги приділялось вивченню особливостей складу гречаної крупи залежно від сорту круп'яної культури. Вчені-селекціонери при створенні нових сортів і гібридів в основному звертають увагу на такі показники, як урожайність, стійкість до хвороб і шкідників, адаптація до екологічних умов, технологічні властивості тощо. Недостатня визначеність хімічного складу крупи з гречки в сортовому розрізі, відсутність даних щодо вмісту фітостеролів у різних сортах гречки обумовлюють необхідність проведення досліджень у цьому напрямку. Вивчення стероїдного комплексу крупи з гречки різних селекційних сортів є актуальним і доцільним для раціонального використання гречаної крупи у виробництві продуктів здорового та лікувально-профілактичного харчування.

Метою дослідження є визначення якісного і кількісного складу стероїдного комплексу крупи з гречки різних сортів, найбільш поширених для вирощування у зоні Лісостепу України.

Викладення основного матеріалу. Для дослідження було обрано такі сорти гречки, вирощені на полях Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України (Харків): «Дошик», «Українка», «Ярославна», «Космея», «Дюймовочка», «Квітник». Сорти мають різноманітне еколого-географічне походження та генетичну основу, створені за використання різного вихідного матеріалу і за допомогою різних селекційних методів, відрізняються морфологічними ознаками (формою, величиною, забарвленням плодів) та господарсько-біологічними характеристиками (врожайністю, вегетаційним періодом, технологічними і круп'яними властивостями зерна). Всі вони являють собою перспективний сортовий матеріал гречки широкого спектру використання як у промисловому товарному виробництві, так і для створення медоносного конвеєра, страхового використання при сільськогосподарському виробництві, сировинної бази для харчової та фармацевтичної промисловості, можливості вирощування при використанні інтенсивних і прогресивних технологій тощо.

Дослідження складу стероїдного комплексу гречаної крупи проводилося газохроматографічним методом, який заснований на приготуванні контрольної проби, омилуванні відібраної проби, вилученні неомильних речовин, відокремлюванні стеринів від інших неомильних речовин, аналізуванні розділених стеринів з використанням капілярних колонок [16].

Хроматографування проводили на хроматографі «Кристалл 2000М» з полум'яно-іонізаційним детектором, на капілярній хроматографічній колонці SACTM-5 (газ-носії — азот із швидкістю потоку 50 мл/хв, температура колонки — 280 °С, температура випаровувача — 320 °С, температура детектора — 320 °С). Результати визначення вмісту фітостеролів у гречаній крупі наведено у таблиці.

Таблиця. Стероїдний комплекс круп з гречки різних сортів (n = 3, P ≥ 0,95)

Стероїди, мг/100 г	Сорти гречки, з яких виготовлено крупу					
	«Дощик»	«Українка»	«Ярославна»	«Космея»	«Дюймовочка»	«Квітник»
β-ситостерин	15,55	20,47	19,44	41,11	42,23	32,59
Стигмастерин	1,23	0,004	0,23	0,39	0,16	0,31
Кампестерин	—	0,71	0,29	1,68	2,37	1,75
Δ5-авеностерин	1,34	1,65	1,62	3,47	3,34	2,95
Δ7-стигмастерин	1,25	0,76	0,92	1,25	2,04	1,2
Δ7-авеностерин	0,59	0,4	0,28	1,25	2,05	0,43
Сумарний вміст, мг/100 г	19,96	23,994	22,78	49,15	52,19	39,23

Аналіз отриманих результатів показує, що стероїдний комплекс гречаної крупы представлений такими стеринами: β-ситостерином, стигмастерином, кампестерином, Δ5-авеностерином, Δ7-стигмастерином та Δ7-авеностерином. Встановлено, що основним компонентом фітостеролів крупы з гречки є β-ситостерин, що складає 77,9...85,3 % від їх сумарного вмісту. Найвища його кількість виявлена в крупі з гречки сортів «Дюймовочка» (42,23 мг/100 г) та «Космея» (41,11 мг/100 г).

У всіх досліджуваних сортах гречки зафіксовано також порівняно високий вміст Δ5-авеностерину (6,4...7,3 %) та Δ7-стигмастерину (2,5...6,3 %). Найбільшу кількість Δ5-авеностерину містить крупа із сорту «Космея» (3,47 мг/100 г), Δ7-стигмастерину — сорту «Дюймовочка» (2,04 мг/100 г). Такий фітостерин, як Δ7-авеностерин серед загальної кількості фітостеролів складає не більше, ніж 3,9 %. Найбільшу його кількість зафіксовано у крупі із сорту «Дюймовочка» — 2,05 мг/100 г.

Кампестерин міститься у п'яти досліджуваних сортах і складає 1,27...4,54 %, найвищим його вмістом відрізняється сорт «Дюймовочка» (2,37 мг/100 г). Цей фітостерол не було виявлено в крупі з гречки сорту «Дощик».

Встановлено суттєві розбіжності в сортовому розрізі вмісту стигмастерину, масова частка якого в загальній кількості стеринів коливається у межах від 0,02 % до 6,2 %. Найменший вміст виявлено у крупі з гречки сорту «Українка» (0,004 мг/100 г), значно більшим вмістом (майже у 300 разів) характеризується сорт «Дощик» (1,23 мг/100 г).

Підсумовуючи сумарний вміст фітостеролів у досліджуваних сортах, можна стверджувати, що спостерігаються значні відмінності у кількості рослинних стеринів залежно від сортової специфіки гречки, з якої виготовлено крупу. Найвищий вміст зафіксовано у крупі з гречки сортів «Дюймовочка» (52,19 мг/100 г) та «Космея» (49,15 мг/100 г), значно меншу кількість встановлено у крупі із сорту «Дощик» (19,96 мг/100 г).

Отримані результати дозволяють розташувати сорти гречки за вмістом в ній фітостеролів у такому порядку: «Дощик» < «Ярославна» < «Українка» < «Квітник» < «Космея» < «Дюймовочка».

Висновки

Завдяки своїй високій поживності, швидкості приготування, корисності готового продукту гречана крупа є продуктом повсякденного споживання та

стабільного попиту і, незважаючи на незначний вміст фітостеролів порівняно з іншими продуктами харчування (рослинними оліями, горіхами, насінням кунжуту, соняшника, гарбуза), вона може розглядатися як поширене і доступне джерело рослинних стеринів, за вмістом яких вона перевершує багато інших крупів. Встановлено, що основним фітостеролом гречаної крупи є β -ситостерин, який є антагоністом холестерину і цінним полівітамінним засобом. Експериментально підтверджено, що сумарний вміст стероїдного комплексу залежить від сортової приналежності гречки, з якої виготовлена крупа. Найбільшу кількість фітостеролів виявлено у крупі з гречки сортів «Дюймовочка» та «Космея». Саме їх можна вважати найбільш перспективними для виробництва продуктів функціонального призначення з холестеринзнижуючим ефектом. У подальшому планується розробка хлібобулочних виробів з використанням гречаної крупи для виробництва продуктів здорового харчування.

Література

1. *Antiproliferative activity against human tumor cell lines and toxicity test on Mediterranean dietary plants* / F. Conforti, G. Ioele, G.A. Statti [et al.] // *Food and Chemical Toxicology*. — 2008. — 46. — P. 3325—3332.
2. *Bouic P.J.* The role of phytosterols and phytosterolins in immune modulation: a review of the past 10 years / P.J. Bouic // *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. — 2001. — 4. — P. 471—475.
3. *Spreads enriched with three different levels of vegetable oil sterols and the degree of cholesterol lowering in normocholesterolaemic and mildly hypercholesterolaemic subjects* / H.F.J. Hendriks, J.A. Weststrate, T. van Vliet, G. W.Meijer // *Eur. J. Clin. Nutr.* — 1999. — 53. — P. 319—327.
4. *Beveridge T.H.J.* Phytosterol content in American ginseng seed oil / T.H.J. Beveridge, T.S.C. Li, J.C.G. Drover // *J. Agric. Food Chem.* — 2002. — 50. — P. 744—750.
5. *Yoshida Y.* Antioxidant effects of phytosterol and its components / Y. Yoshida, E. Niki // *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*. — 2003. — 49 (4). — P. 277—280.
6. *Gylling H.* LDL cholesterol lowering by bile acid malabsorption during inhibited synthesis and absorption of cholesterol in hypercholesterolemic coronary subjects / H. Gylling, T.A. Miettinen // *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* — 2002. — 12. — P. 19—23.
7. *Plant sterols: biosynthesis, biological function and their importance to human nutrition* / V. Piironen, D.G. Lindsay, T.A. Miettinen [et al.] // *J. Sci. Food Agric.* — 2000. — 80. — P. 939—966.
8. *Pollak O.J.* Sitosterol, Monographs on Atherosclerosis / O.J. Pollak, D. Kritchevsky // Karger, Basel. — New York, 1981.
9. *Similar cholesterol—lowering properties of rice bran oil, with varied γ -oryzanol, in mildly hypercholesterolemic men* / A. Berger, D. Rein, A. Schäfer [et al.] / *European Journal of Nutrition*. — 2005. — 44 (3). — P. 163—173.
10. *Proposed mechanisms of cholesterol-lowering action of plant sterols* / E.A. Trautwein, J.E. Duchateau, S.M. Guus [et al.] // *European Journal of Lipid Science and Technology*. — 2003. — 105 (3—4). — P. 171—185.
11. *Plat J.* Plant sterols and stanols: Effects on mixed micellar composition and LXR (target gene) activation / J. Plat, J. A. Nichols, R. P. Mensink // *Journal of Lipid Research*. — 2005. — 46 (11). — P. 2468 — 2476.
12. *The fatty acid and sterol content of food composites of middle-aged men in seven countries* / J.H.M. de Vries, A. Jansen, D. Kromhout [et al.] // *J Food Comp Anal.* — 1997. — 10. — P. 115—141.
13. *Berger A.* Plant sterols: factors affecting their efficacy and safety as functional food ingredients / A. Berger, P. Jones, S. Abumweis // *Lipids in Health and Disease*. — 2004. — 3 (1). — P. 5.
14. *Efficacy and safety of plant stanols and sterols in the management of blood cholesterol levels* / M.B. Katan, S.M. Grundy, P. Jones [et al.] // *Mayo Clin Proc.* — 2003. — 78. — P. 965—978.
15. *Pollak O.J.* Effect of plant sterols on serum lipids and atherosclerosis / O.J. Pollak // *Pharmac. Ther.* — 1985. — 31. — P. 177—208.

16. Жири тваринні і рослинні та олії. Визначення складу стеринової фракції. Газохроматографічний метод: ДСТУ ISO 6799-2002. — [Чинний від 2003-04-01]. — К.: Держспоживстандарт, 2003. — 13 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕРОИДНОГО КОМПЛЕКСА КРУПЫ ИЗ ГРЕЧИХИ РАЗНЫХ СОРТОВ

А.А. Дубинина, С.А. Ленерт, Т.Н. Попова

Харьковский государственный университет питания и торговли

В статье исследован качественный и количественный состав стероидного комплекса крупы из гречки разных сортов, наиболее перспективных для выращивания в зоне Лесостепи Украины. Определение стероидного комплекса проводили газохроматографическим методом. Установлено, что гречневая крупа является важным и доступным источником растительных стероидов, по содержанию которых она превосходит многие другие крупы. Основным компонентом фитостеролов гречневой крупы является β -ситостерин, массовая доля которого составляет 77,9...85,3 %. Экспериментально подтверждено, что суммарное содержание стероидного комплекса зависит от сортовой принадлежности гречки, из которой изготовлена крупа. Наибольшее количество фитостеролов зафиксировано в крупе из гречки сортов «Дюймовочка» и «Космея». Именно эти сорта можно считать наиболее перспективными для производства продуктов функционального назначения с холестеринснижающим эффектом.

Ключевые слова: *гречневая крупа, гречиха, селекционный сорт, фитостеролы, холестерин.*