



© А. П. Козлова, Г. А. Корощенко, Р. И. Айзман

DOI: [10.15293/2226-3365.1603.15](https://doi.org/10.15293/2226-3365.1603.15)

УДК 591.133 + 591.149.2

КАКИЕ КОМПОНЕНТЫ РАСТЕНИЯ *CURCUMA LONGA* ОКАЗЫВАЮТ ГИПОГЛИКЕМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ПРИ САХАРНОМ ДИАБЕТЕ? *

А. П. Козлова, Г. А. Корощенко, Р. И. Айзман (Новосибирск, Россия)

На самцах крыс линии Wistar проведено исследование, целью которого было выявление компонентов порошка растения куркумы длинной (*Curcuma longa*), оказывающих гипогликемический эффект при сахарном диабете. Было показано, что действующее начало куркумы – куркумин, природные витамины С и Е, входящие в ее состав, а также искусственный антиоксидант «Селенофан», имитирующий антиоксидантные свойства всех компонентов растения *Curcuma longa*, оказывали гипогликемический эффект при аллоксановой модели сахарного диабета у крыс, степень которого была наиболее выражена под влиянием искусственного антиоксиданта. Следует отметить, что каждый из компонентов в отдельности обладал слабовыраженным сахаропонижающим эффектом. Одним из механизмов снижения уровня глюкозы в плазме крови животных с аллоксановой моделью сахарного диабета является повышение содержания гликогена в печени, степень которого также зависит от используемых препаратов. Таким образом, гипогликемический эффект порошка растения *Curcuma longa* обусловлен не только отдельными компонентами, но и наличием в составе фитопрепарата биологически активных веществ, обладающих антиоксидантным действием, что подтверждает целесообразность его использования в комплексной терапии изучаемой патологии. Авторами подчеркивается необходимость дальнейшего исследования компонентов порошка растения *Curcuma longa* в сопоставлении с искусственно синтезируемыми препаратами, которые можно использовать для коррекции углеводного обмена при патологии.

Ключевые слова: углеводный обмен, сахарный диабет, крыса, аллоксан, куркума, куркумин, витамины С, Е, антиоксиданты, селенофан.

* Работа выполнена в рамках реализации Государственного задания № 2014/366 на выполнение НИР «Здоровье и безопасность в системе образования».

Козлова Анна Павловна – старший лаборант кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности, Новосибирский государственный педагогический университет
E-mail: anna-gajdarova@yandex.ru

Корощенко Галина Анатольевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности, Новосибирский государственный педагогический университет
E-mail: svyatashg@mail.ru

Айзман Роман Иделевич – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности, Новосибирский государственный педагогический университет
E-mail: aizman.roman@yandex.ru

Введение

В последние десятилетия повысился интерес исследователей и клиницистов к использованию лекарственных растений для коррекции углеводного обмена при сахарном диабете (СД). При этом большинство экспериментальных работ посвящено выяснению механизмов сахаропонижающего эффекта фитопрепаратов [4, с. 36–43; 5, с. 172–174].

Поиск физиологичных природных корректоров углеводного обмена среди лекарственных растений наиболее целесообразен, поскольку многие из них имеют биологически детерминированное влияние на сохранение структурного, функционального, биохимического гомеостаза, тогда как синтетические медикаменты являются чужеродными для естественных метаболических процессов, регулируемых нейро-гормональными механизмами. Так, например, многим растениям семейств *aphrodiaca* и *emenogoga* присущи противодиабетические свойства: спарже, диоскореи, классическим адаптогенам (женьшень, аралия, элеутерококк, заманиха, акантопанакс, родиола, левзея, лимонник) и др.¹ [8, с. 52].

Показано, что некоторые растительные препараты способны восстанавливать β -клетки поджелудочной железы и повышать их секреторную активность вследствие снижения количества цАМФ в гепатоцитах и повышения их концентрации в самих β -клетках, особенно в начале заболевания [1, с. 2484–2490].

М. Eidi с соавторами выявили, что биологически активные вещества некоторых растений нормализуют метаболизм, связанный с функцией поджелудочной железы, облегчая этим течение СД и замедляя его прогрессирование [11, с. 404–406].

Особый интерес из множества фитопрепаратов представляет куркума длинная (*Curcuma longa*), поскольку, кроме гипогликемического действия [7, с. 92–96], показана ее антимикробная, противовоспалительная, антиоксидантная активность и т. д. Выявлено специфическое действие *Curcuma longa* на различные органы и ткани, такие как кожа, желудочно-кишечный тракт, печень, дыхательная система [13, с. 470–481]. Такой широкий спектр эффектов, возможно, обусловлен составом растения.

В составе куркумы были выделены следующие компоненты: углеводы (4,7–8,2 %), эфирные масла (2,44 %), жирные кислоты (1,7–3,3 %), куркуминоиды (куркумин, деметоксикуркумин и бисдемтоксикуркумин), их содержание приблизительно составляет 2 %, хотя может достигать 2,5–5,0 % от сухой массы, другие полипептиды, такие как турмерин (0,1 % сухого экстракта) [15, с. 617–623], а также сахара (28 % глюкозы, 12 % арабинозы), белки и смолы [6, с. 45–49].

Полагают, что действующим началом куркумы является куркумин, который экстрагируется из порошка высушенных корневищ *Curcuma longa* и обладает различными химическими, биологическими и фармакологическими свойствами, сходными с эффектами самого растения. Хотя механизм действия куркумина еще предстоит выяснить, полагают, что антиоксидантные свойства этого пигмента, по-видимому, определяют его плеiotропную биологическую активность [9, с. 209–219; 14, с. 1303–1312]. Видимо поэтому для коррекции углеводного обмена при его нарушениях нередко в качестве симптоматических средств используют антиоксиданты [2, с. 47–52]. Одним из

¹ Барнаулов О. Д. Женьшень и другие адаптогены (Лекции по фитотерапии). – СПб.: ЭЛБИ, 2001. – 138 с.



новых антиоксидантов является «Селенофан». Это селеносодержащий, фенольный, нетоксичный высокоэффективный антиоксидант гибридного типа, представляющий собой целевой бис-(3-(3',5'-ди-трет-бутил-4'-гидрокси-фенил)пропил)селенид (III), который получен из 3-(3',5'-ди-трет-бутил-4'-гидрокси-фенил)-1-бромпропана (I) через промежуточный синтез бис-(3-(3',5'-ди-трет-бутил-4'-гидрокси-фенил)пропил)диселенида (II)¹. «Селенофан» является активным ингибитором реакций перекисного окисления свободно-радикального типа, тем самым увеличивая степень сохранности клеток островков Лангерганса, в частности, β -клеток, продуцирующих инсулин².

Несмотря на то, что в литературе имеется множество сведений о строении и свойствах куркумы, до сих пор не ясно, за счет каких компонентов растения обеспечивается гипогликемический эффект растения при СД. Выяснение этого вопроса и стало **целью** настоящего исследования.

Материал и методы исследования

Для достижения поставленной цели были выполнены эксперименты на взрослых самцах крыс линии *Wistar*. Все животные были поделены на семь групп. Первая ($n = 9$), вторая ($n = 7$) и третья ($n = 7$) группы состояли из здоровых животных, которым вводили физиологический раствор из расчета 0,1 мл/100 г массы тела и один из препаратов для контроля с соответствующими группами крыс с СД. У животных четвертой ($n = 11$), пятой ($n = 5$), шестой ($n = 11$) и седьмой ($n = 10$) групп моделировали СД путем введения в межлопаточную

область 10 % раствора аллоксана. Все животные содержались на стандартном корме, в то время как животным пятой группы добавляли в корм порошок куркумина из расчета 2 % от массы корма. Крысам шестой группы (в контроле – второй) за неделю до введения аллоксана и на протяжении одной недели после вводили *per os* масляный раствор синтезированного антиоксиданта «Селенофана» один раз в сутки в дозе 0,1 мл/100 г массы тела; крысы седьмой группы (в контроле – третьей) получали витамины *C* и *E* из расчета 100 мг/кг и 40 мг/кг, соответственно. Все группы животных находились в стандартных условиях вивария без ограничения потребления воды и пищи.

В течение послеинъекционного периода у всех крыс через каждые три дня брали пробы крови объемом 0,2 мл путем надсечки хвоста для определения концентрации глюкозы, которую оценивали пикриновым методом на спектрофотометре *Spekol* (Германия) при длине волны 560 ± 5 нм.

В конце эксперимента (на шестые сутки) у всех животных под эфирным наркозом забирали образцы тканей печени для определения уровня гликогена с помощью ШИК-реакции по Мак-Манусу и последующим измерением интенсивности окрашивания на спектрофотометре *Spekol* (Германия) при длине волны 430 ± 5 нм.

Статистический анализ результатов исследования проводили на основе определения средних арифметических (M) и их ошибок

¹ Меньщикова Е. Б., Зенков В. З., Кандалинцева Н. В. Фенольные антиоксиданты в биологии и медицине. – Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 496 с.

² Бис-(3-(3,5-ди-трет-бутил-4-гидрокси-фенил)пропил)селенид, обладающий антиоксидантной и гипогликемической активностью: патент №

2015114862 / Айзман Р. И., Гайдарова А. П., Кандалинцева Н. В., Корощенко Г. А., Просенко А. Е., Хольшин С. В., Ягунов С. Е.; дата регистрации 20.04.2015.

(±m). Различия показателей оценивали методами вариационной статистики по непараметрическому критерию Вилкоксона–Манна–Уитни для независимых выборок и считали достоверными при $p \leq 0,05$. Расчеты производили по общепринятым формулам с использованием стандартных программ пакета *Statistica 7.0*.

Все эксперименты выполняли в соответствии с Международными рекомендациями по проведению биомедицинских исследований с использованием животных, принятыми Международным советом научных обществ (CIOMS) в 1985 г., со ст. XI Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации (1964 г.) и правилами лабораторной практики в РФ (Приказ МЗ РФ № 267 от 19 июня 2003 г.).

Результаты исследования и их обсуждение

В предыдущих работах нами было показано, что под влиянием приема корневища куркумы длиной у крыс с СД, по сравнению с аналогичными животными, находящимися на стандартном корме, наблюдалось менее выраженное повышение концентрации глюкозы в крови [3, с. 597; 8, с. 92–96; 10, с. 1–5]. Однако какой компонент фитопрепарата может оказывать гипогликемический эффект оставалось неясным. Для выяснения этого вопроса была проанализирована концентрация глюкозы в крови крыс на фоне приема куркумина, витаминов *C* и *E*, являющимися природными антиоксидантами, входящими в состав куркумы, и синтетического антиоксиданта «Селенофан» (табл. 1).

Таблица 1

Концентрация глюкозы в крови крыс (ммоль/л) (M ± m)

Table 1

The glucose concentration in the blood of rats (mmol/l) (M ± m)

№	Группа животных	Фон	1 сутки	3 сутки	6 сутки
1	Контроль	4,4 ± 0,34	3,6 ± 0,07	4,0 ± 0,20	4,4 ± 0,07
2	Контроль + селенофан	4,1 ± 0,24	3,9 ± 0,12	4,8 ± 0,21	4,0 ± 0,11
3	Контроль + витамины <i>C, E</i>	5,0 ± 0,18	5,5 ± 0,16	5,4 ± 0,16	7,8 ± 0,60
4	Аллоксан	5,0 ± 0,12	20,4 ± 2,50*	21,0 ± 0,10*	16,1 ± 0,30*
5	Аллоксан + куркумин	3,8 ± 0,24	15,2 ± 2,14*Δ	14,6 ± 3,25*	11,3 ± 3,00*
6	Аллоксан + селенофан	4,6 ± 0,27	3,7 ± 0,16Δ	5,6 ± 0,12*Δ	4,7 ± 0,11Δ
7	Аллоксан + витамины <i>C, E</i>	5,2 ± 0,12	11,2 ± 1,70*Δ	14,0 ± 2,48*Δ	15,8 ± 2,05

Примечание.
 * – достоверные отличия от аналогичных показателей в контроле ($p \leq 0,05$);
 Δ – достоверные отличия между экспериментальными группами и четвертой группой ($p \leq 0,05$)
Note:
 * – significant differences from control rats (group 1);
 Δ – significant differences between experimental groups and group 4

Полученные результаты показали, что как активный компонент куркумы (куркумин), так и витамины, обладающие антиоксидант-

ными свойствами, оказывали сахаропонижающее действие. Но если куркумин и витамины обладали слабовыраженным гипогликемиче-

ским действием, то искусственный антиоксидант «Селенофан» показал выраженный эффект, который проявился уже на первые сутки после инъекции аллоксана и сохранялся на протяжении всего периода наблюдения.

Существенную роль в поддержании гомеостаза глюкозы в плазме играют процессы

гликогенолиза. Для выяснения механизмов менее выраженной гипергликемии у крыс, получавших указанные компоненты, было определено содержание гликогена в тканях печени крыс (табл. 2).

Таблица 2

Содержание гликогена в печени крыс (мг/100 г влажного веса) ($M \pm m$)

Table 2

The content of glycogen in the liver tissue of rats (mg / 100 g wet weight) ($M \pm m$)

№	Группы животных	Содержание гликогена
1	Контроль	888,6 ± 45,17
2	Контроль + селенофан	1 038,26 ± 75,73*
3	Аллоксан	457,6 ± 33,93*
4	Аллоксан + куркума	748,69 ± 56,36 ^Δ
5	Аллоксан + куркумин	510,5 ± 93,75*
6	Аллоксан + селенофан	1 403,47 ± 71,96* ^Δ

Примечание:
* – достоверные отличия от контрольных крыс (первая группа);
Δ – достоверные отличия между экспериментальными группами и третьей группой

Note:
* - significant differences from control rats (group 1);
Δ - significant differences between experimental groups and group 3

На фоне аллоксанового диабета уровень гликогена в печени был достоверно ниже показателей контрольной группы (табл. 2). Вероятно, это обусловлено нарушением синтеза гликогена при СД в результате снижения активности гликогенсинтетазы и ослабления процессов окисления глюкозы вследствие дефекта в пируватдегидрогеназном комплексе [11, с. 404–406; 12, с. 131–137]. Однако в печени у крыс четвертой группы содержание гликогена повышалось почти до контрольного уровня и достоверно отличалось от аналогичных показателей животных третьей группы. Вероятно, одним из механизмов восстановления концентрации глюкозы в крови при при-

еме куркумы является перераспределение углеводов между кровью и печенью за счет повышения активности процессов гликогенолиза.

При анализе концентрации гликогена в печени крыс, употреблявших куркумин, было отмечено достоверное снижение данного полисахарида по сравнению с аналогичным показателем контрольной группы, при этом уровень гликогена в данной группе крыс не отличался от показателей третьей группы животных с моделью СД.

В образцах печени крыс второй и шестой групп, которым вводили «Селенофан» *per os*, было отмечено достоверное повышение уровня гликогена по сравнению с контрольной группой и крысами с СД. Следовательно, в



условиях СД «Селенофан» оказывал выраженное гипогликемическое действие, вероятно, вследствие активации процесса гликогенолиза.

Заключение

Изучение действия куркумы, куркумина, природных антиоксидантов (витаминов С и Е), входящих в состав растения, показало, что каждый из компонентов в отдельности обладал слабовыраженным гипогликемическим эффектом, но в совокупности они оказывали выраженное сахаропонижающее действие. Подобным эффектом обладал и искусственный антиоксидант «Селенофан», вероятно,

вследствие какого-то еще дополнительного действия, которое еще не изучено в данном новом синтетическом препарате. Нельзя также исключить, что антиоксидантные свойства этого препарата значительно сильнее выражены, чем у натуральных компонентов растения куркумы, что и обусловило более выраженный гипогликемический эффект. Представляет интерес дальнейшее исследование компонентов куркумы в сопоставлении с искусственно синтезируемыми препаратами, которые можно использовать для коррекции углеводного обмена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Барнаулов О. Д.** Сравнительная оценка влияния фитопрепаратов из растений флоры России на концентрацию инсулина и глюкозы в крови крыс с экспериментальным аллоксановым диабетом // Психофармакология и биологическая наркология. – 2008. – Т. 8, № 3-4. – С. 2484–2490.
2. **Бондарь И. А., Климантов В. В.** Антиоксиданты в лечении и профилактике сахарного диабета // Сахарный диабет. – 2001. – № 1. – С. 47–52.
3. **Гайдарова А. П., Корощенко Г. А., Айзман Р. И.** Влияние куркумы и куркумина на углеводный обмен при аллоксан-индуцированном сахарном диабете у крыс // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 597.
4. **Джафарова Р. Э., Гараев Г. Ш., Джафаркулиева З. С.** Действия экстракта листьев черники обыкновенной на течение патологического процесса аллоксан-индуцированного сахарного диабета // Фундаментальные исследования. – 2010. – № 4. – С. 36–43.
5. **Джафарова Р. Э.** Изучение действия фитокомплекса «Антидиабет» и сбора «Мирфазин» на содержание сахара в плазме крови и гликогена в печени и мышечной ткани // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2013. – № 4 (44). – С. 172–174.
6. **Корощенко Г. А., Гайдарова А. П., Айзман Р. И., Суботьялов М. А.** Возможность применения фитопрепаратов для поддержания гомеостаза организма при патологии // Украинский биофармацевтический журнал. – 2014. – № 4 (33). – С. 45–49.
7. **Корощенко Г. А., Суботьялов М. А., Герасёв А. Д., Айзман Р. И.** Влияние корневища растения *Curcuma longa* на углеводный обмен крыс в эксперименте // Бюллетень СО РАМН. – 2011. – Т. 31, № 3. – С. 92–96.
8. **Согуйко Ю. Р., Кривко Ю. Я., Крикун Е. Н., Новиков О. О.** Морфофункциональная характеристика печени крыс в норме и при сахарном диабете в эксперименте // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1. – С. 52
9. **Сумбул С., Хан М. С., Бано Б.** Действие куркумина на вызванную оксидом азота структурную и функциональную модификацию высокомолекулярного цистатина на мозг коз // Биомедицинская химия. – 2010. – Т. 56, № 2. – С. 209–219.



10. **Aizman R. I., Koroshchenko G. A., Gaidarova A. P., Lukanina S. N., Subotyalov M. A.** The mechanisms of plant rhizome *curcuma longa* action on carbohydrate metabolism in alloxan - induced diabetes mellitus rats // *American Journal of Biomedical Research*. – 2015. – Vol. 3, № 1. – С. 1–5.
11. **Eidi M.** Effect of corianderseed (*Coriandrum sativum* L.) ethanol extract on insulin release from pancreatic beta cells in streptozotocin-induced diabetic rats // *Phytotherapy Research*. – 2009. – Vol. 23, № 3. – P. 404–406.
12. **Hannan J. M., Ali L., Khaleque J., Akhter M., Flatt P. R., Abdel-Wahab Y. H.** Aqueous extracts of husks of *Plantago ovata* reduce hyperglycaemia in type 1 and type 2 diabetes by inhibition of intestinal glucose absorption // *Br J. Nutr.* – 2006. – Vol. 96, № 1. – P. 131–137.
13. **Mehta K., Pantazis P., McQueeb T., Aggarwal B.** Antiproliferative effects of curcumin (diferuloylmethane) against human breast tumor cell lines // *Anti-cancer Drugs*. – 1997. – Vol. 8, № 5. – P. 470–481.
14. **Motterlini R, Foresti R, Bassi R, Green CJ.** Curcumin, an antioxidant and anti-inflammatory agent, induces heme oxygenase-1 and protects endothelial cells against oxidative stress // *Free Radic Biol Med*. – 2000. – Vol. 28, № 8. – P. 1303–1312.
15. **Srinivas L.** Turmerin: a water soluble antioxidant peptide from turmeric (*Curcuma longa*) // *Arch Biochem Biophys*. – 1992. – Vol. 292, № 2. – P. 617–623.



DOI: [10.15293/2226-3365.1603.15](https://doi.org/10.15293/2226-3365.1603.15)

Anna Pavlovna Kozlova, Assistant of Anatomy, Physiology and Life Safety Department, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russian Federation

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3250-3206>

E-mail: anna-gajdarova@yandex.ru

Galina Anatolievna Koroshchenko, Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor of Anatomy, Physiology and Life Safety Department, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russian Federation

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8357-8283>

E-mail: svyatashg@mail.ru

Roman Idelevich Aizman, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of Anatomy, Physiology and Life Safety Department, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russian Federation

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7776-4768>

E-mail: aizman.roman@yandex.ru

WHAT COMPONENTS OF PLANT *CURCUMA LONGA* PROVIDE HYPOGLYCEMIC EFFECT IN DIABETES MELLITUS?

Abstract

The aim of the study is to identify the components of Curcuma longa which provide hypoglycemic effect in diabetes. It is shown that the active principle of turmeric - curcumin, as well as vitamins, included in its composition, and artificial antioxidant "Selenofan" imitating the antioxidant properties of all the compounds of turmeric, caused the hypoglycemic effect in alloxan model of diabetes in rats, which intensity was most distinctly demonstrated under the influence of antioxidants. One of the mechanisms for reducing the glucose concentration in the blood plasma of animals with alloxan-induced diabetes was the elevation of the glycogen content in the liver of rats. The level of such glycogen increase depended on the substances used.

Thus, the hypoglycemic effect of turmeric is determined not only by the separate components, but by the biological active substances with antioxidant properties. The above mentioned findings justify the advisability of using turmeric in the treatment of the studied pathology.

Keywords

Carbohydrate metabolism, diabetes, rat, alloxan, turmeric, curcumin, vitamins C and E, antioxidants, selenofan

REFERENCES

1. Barnaulov O. D. Comparative evaluation of the effect of herbal remedies from plants flora Russia on blood glucose and insulin concentrations in rats with experimental alloxan diabetes. *Psychopharmacology and Biological narkologiya*. 2008, vol. 8, Iss. 3-4, pp. 2484–2490. (In Russian)
2. Bondar I. A., Klimantov V. V. The antioxidants in the treatment and prevention of diabetes mellitus. *Diabetes mellitus*. 2001, no. 1, pp. 47–52. (In Russian)



3. Gaydarova A. P., Koroshchenko G. A., Aizman R. I. Effect of turmeric and curcumin on carbohydrate metabolism in alloxan-induced diabetes in rats. *Modern problems of science and education*. 2014, no. 5, pp. 597. (In Russian)
4. Jafarova R. E., Garayev G. Sh., Dzhafarkulieva Z. S. Leaf extract, bilberry Actions for a pathological process alloxan-induced diabetes mellitus. *Basic Research*. 2010, no. 4, pp. 36–43. (In Russian)
5. Jafarova R. E. Learning actions phytocomplex "anti-diabetes" and collect "Mirfazin" on blood sugar levels and plasma glycogen in liver and muscle. *Journal of Russian Military Medical Academy*. 2013, no. 4 (44), pp. 172–174. (In Russian)
6. Koroshchenko G. A., Gaidarova A. P., Aizman R. I., Subotyalov M. A. The possibility of using herbal remedies to maintain homeostasis in the pathology. *Ukrainian Biopharmaceutical Journal*. 2014, no. 4 (33), pp. 45–49. (In Russian)
7. Koroshchenko G. A., Subotyalov M. A., Gerasev A. D., Aizman R. I. Influence of rootstock plants *Surcuma longa* on carbohydrate metabolism in rats in the experiment. *The Bulletin Siberian Branch of Russian Academy of Medical Sciences*. 2011, vol. 31, no. 3, pp. 92–96. (In Russian)
8. Soguyko Y. R., Krivko Y. Y., Barker E. N., Novikov O. O. Morphofunctional characteristic liver of rats in normal and diabetes mellitus in an experiment. *Modern problems of science and education*. 2013, no. 1, p. 52. (In Russian)
9. Sumbul S., Khan M. S., Bano B. Action of curcumin on the nitric oxide-induced structural and functional modifications of the high cystatin brain goats. *Biomeditsinskaya Khimiya*. 2010, vol. 56, no. 2, pp. 209–219. (In Russian)
10. Aizman R. I., Koroshchenko G. A., Gaidarova A. P., Lukanina S. N., Subotyalov M. A. The mechanisms of plant rhizome *curcuma longa* action on carbohydrate metabolism in alloxan – induced diabetes mellitus rats. *American Journal of Biomedical Research*. 2015, vol. 3, no. 1, pp. 1–5.
11. Eidi M. Effect of corianderseed (*Coriandrum sativum* L.) ethanol extract on insulin release from pancreatic beta cells in streptozotocin-inducd diabetic rats. *Phytotherapy Research*. 2009, vol. 23, no. 3, pp. 404–406.
12. Hannan J. M. , Ali L., Khaleque J., Akhter M., Flatt P. R., Abdel-Wahab Y. H. Aqueous extracts of husks of *Plantago ovata* reduce hyperglycaemia in type 1 and type 2 diabetes by inhibition of intestinal glucose absorption. *Br J. Nutr.* 2006, vol. 96, no. 1, pp. 131–137.
13. Mehta K., Pantazis P., McQueeb T., Aggarwal B. Antiproliferative effects of curcumin (diferulolmethane) againts human breast tumor cell lines. *Anti-cancer Drugs*. 1997, vol. 8, no. 5, pp. 470–481.
14. Motterlini R, Foresti R, Bassi R, Green CJ. Curcumin, an antioxidant and anti-inflammatory agent, induces heme oxygenase-1 and protects endothelial cells against oxidative stress. *Free Radic Biol Med*. 2000, vol. 28, no. 8, pp. 1303–1312.
15. Srinivas L. Turmerin: a water soluble antioxidant peptide from turmeric (*Curcuma longa*). *Arch Biochem Biophys*. 1992, vol. 292, no. 2, pp. 617–623.