

8,3 есеге, Шағала сортында 9,0 есеге және Қазақстан 19 сортында 10,2 есеге сәйкесінше жоғарылаған. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, тұзға сезімтал бидай түрлерінде бос пролиннің мөлшері төзімді сорттарға қарағанда едәуір жоғары болды. Тұзданған ортада өскен бидай сорттарының тек сабақтарында емес, сонымен қатар, өсімдік тамырларында да пролин мөлшерінің артқанын көруге болады (2 сурет).

Бидай сорттарының тамырындағы бос пролиннің мөлшері сулы ортада өскен варианттармен салыстырғанда 1,5 % тұзды ортада Надежда сортында 2,7 есеге, Новосибирская 15 сортында 3,1 есеге, Новосибирская 29 сортында 2,9 есеге, Жеңіс сортында 5,4 есеге, Ирень сортында 5,7 есеге, Шағала сортында 6,5 есеге және Қазақстан 19 сортында 5,9 есеге сәйкесінше жоғарылаған. Ал, бидай сорттарының тамырындағы бос пролиннің мөлшері бақылау вариантымен салыстырғанда 2 % NaCl ерітіндісі қосылған ортада Надежда сортында 4,4 есеге, Новосибирская 15 сортында 3,9 есеге, Новосибирская 29 сортында 4,1 есеге, Жеңіс сортында 5,9 есеге, Ирень сортында 6,8 есеге, Шағала сортында 7,3 есеге және Қазақстан 19 сортында 6,7 есеге сәйкесінше жоғарылаған (2-сурет).

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, тұзға сезімтал бидай түрлерінде бос пролиннің мөлшері төзімді бидай түрлеріне қарағанда едәуір жоғары болды [7]. Өсімдік тамырындағы пролин мөлшерінің сабаққа қарағанда жоғары мәнді көрсетуі, бұл, бос пролин мөлшерінің өсімдік бойымен аминқышқылды осмолиттің тасымалдануына байланысты болуы мүмкін.

Тұзды жағдайда өсірілген Надежда, Новосибирская 15 және Новосибирская 29 сорттарының тамыры мен сабағындағы пролиннің мөлшері бойынша алған мәліметтер олардың тұзға жоғары, Ирень, Жеңіс орташа төзімділігін, ал осы белгілері бойынша төмен көрсеткіштермен сипатталған Шағала, Қазақстан 19 сорттары тұзға сезімтал деп тұжырымдауға болады.

Алынған нәтижелерді қорыта келе, өсімдік бойында тұзды стресс жағдайында бос пролиннің жинақталуы әртүрлі бидай сорттарында әртүрлі нәтижені көрсетті. Бұл, тұзға төзімділіктің өсімдіктердің генотиптеріне байланысты екендігін көрсетеді. Пролиннің негізгі рөлі тұздың әсерінен өсімдік клеткаларында осмотикалық тепе-теңдікті ұстап тұратыны белгілі, сондықтан осы әдіс негізінде өсімдіктердің тұзға төзімділігі мен сезімталдылық жағдайларын анықтауға мүмкіндік туады.

Әдебиеттер

- 1 Карташов А.В., Радюкина Н.Л., Иванов Ю.В., Пашковский П.Л., Шевякова Н.И., Кузнецов В.В. Роль антиоксидантных систем при адаптации дикорастущих видов растений к солевому стрессу // Физиология растений. – 2008. – Т.55. – С.516-522.
- 2 Сун С.К., Леи Е.Б., Тяг К.Р. Метаболизм пролина и перекрестная устойчивость к засолению и тепловому стрессу у прорастающих семян пшеницы // Физиология растений. - 2005. – Т. 52. №6. – С.897-904.
- 3 Гринин А.Л. Устойчивость растений горчицы к засолению и возможная роль пролина // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Москва, 2010. – С.3.
- 4 Matysik J., Alia, Bhalu B., Mohanty P. Molecular mechanisms of quenching of reactive oxygen species by proline under stress in plants // Curr. Sci. – 2002.-V. 45. – P. 525-532.
- 5 Bates L.S., Waldrin R.R., Ter J.D. Rapid determination of free proline for water stress studies // Plant and soil. – 1973. – V. 39. - №1. – P.205-208.
- 6 Плохинский Н.А. Математические методы в биологии. – М.: Колос, 1970. – С. 102-115.
- 7 Рысбекова А.Б., Бейсенова А.Ж., Полимбетова Ф.А., Айташева З.Г. Бидай өскінінде бос пролиннің жинақталуына тұздың әсерін зерттеу // ҚазҰУ хабаршысы. Биология сериясы. – 2010. - №3(45). – С. 81-84.

УДК 663.1; 582.26

Б.К. Заядан*, А.А. Жубанова, Д.К. Кирбаева, А.К. Садвакасова, А.Ш. Акимбеков, М. Кумар
 Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
 *e-mail: zbolatkhan@mail.ru

Влияние хлеба, обогащенного спирулиной на привес и некоторые биохимические и гематологические показатели крыс

В статье представлены результаты по изучению влияния хлеба, обогащенного биомассой фоторезистентного штамма цианобактерии *Spirulina platensis* ZBK -1 m, на привес и некоторые биохимические и гематологические показатели крыс. Установлено, что у животных на фоне приема хлеба, обогащенного биомассой цианобактерии, отмечалась положительная динамика прибавки массы тела. Выявлено увеличение в крови у животных опытной группы концентрации сывороточного железа, активности СОД и каталазы.

Ключевые слова: спирулина, СОД, биологически активная добавка, сывороточное железо, каталаза, антиоксидантные ферменты.

В.К. Заядан, А.А. Жұбанова, Д.К. Кирбаева, А.К. Садвакасова, А.Ш. Акимбеков, М. Құмар
Егеуқұйрықтардың биохимиялық және гематологиялық көрсеткіштеріне спирулинамен байытылған нанның әсері

Мақалада фоторезистентті цианобактерия *Spirulina platensis* ZBK-1 m штаммының құрғақ биомассасымен байытылған нанды пайдаланған егеуқұйрықтардың салмағы мен олардың қан құрамындағы биохимиялық және гематологиялық көрсеткіштері анықталған тәжірибелік нәтижелер қарастырылды. Нәтижесінде, мұндай нанды қабылдаған егеуқұйрықтардың салмағының жоғарлауына өң әсер берді. Сондай ақ, тәжірибедегі егеуқұйрықтардың қан сарысуындағы темір және каталаза, СОД белсенділіктері жоғарлаған нәтижелер белгіленді.

Түйін сөздер: спирулина, СОД, биологиялық белсенді қоспа, сарысу темірі, каталаза, антиоксидантты ферменттер.

В.К. Zayadan, А.А. Zhubanova, D.K. Kirbayeva, A.K. Sadvakasova, A.Sh. Akimbekov, M. Kumar
Influence of the bread enriched of spirulina on an additional weight and some biochemical and hematologic indicators of rats

In article was presented results on studying of influence of the bread enriched by a biomass of photoresistant cyanobacteria of *Spirulina platensis* ZBK-1 m, on an additional weight and some biochemical and hematologic indicators of rats. It was established that at animals against reception of the bread enriched by a biomass of cyanobacteria, noted positive dynamics of increasing of weight bodies. It was revealed increasing in blood at animals of experience group of concentration of serumal iron, activity of SOD and a catalase.

Keywords: spirulina, SOD, biologically active additive, serum iron, catalase, antioxidant enzymes.

Хлебобулочные изделия занимают в рационе питания ведущее место и пользуются большим потребительским спросом всех социальных групп населения. Значительный рост потребления населением изделий из муки высшего сорта способствует уменьшению поступления в организм человека незаменимых пищевых веществ [1, 2].

Цианобактерия *Spirulina platensis* занимает особое место среди источников соединений обладающих адаптогенной активностью и оказывающих регуляторное действие на живой организм. Это уникальный источник питания, обеспечивающий организм всеми необходимыми питательными веществами, которые, как известно, находятся в ней в большей концентрации, чем в любом другом продукте растительного или животного происхождения [3]. Установлено, что антиоксидантное действие спирулины обусловлено содержащимися в ее биомассе фикобилипротеинами (с-фикоцианин и аллофикоцианин), β-каротином, фенольными кислотами, токоферолами, сульфатированными полисахаридами [4]. Кроме того, пигменты спирулины – хлорофилл и каротиноиды помогают синтезировать множество ферментов, необходимых для нормального метаболизма [5]. Таким образом, разработка технологии обогащения хлебобулочных изделий биомассой микроводоросли спирулины не только позволяет расширить ассортимент, но и получить изделия с заданными профилактическими свойствами, что является решением актуальной проблемы в настоящее время.

Цель данной работы – изучить влияния хлеба, обогащенного биомассой цианобактерии *Spirulina platensis* ZBK-1 m на привес и некоторые биохимические и гематологические показатели крыс.

Материалы и методы

Объекты исследования – белые нелинейные крысы с исходной массой тела 187-195 г, содержащиеся в стандартных условиях вивария (12-часовой период освещения, температура воздуха 20°C, корм и вода). Хлеб обогащали биомассой фоторезистентного штамма ZBK-1m цианобактерии *Spirulina platensis*, предварительно получив ее сухую биомассу в концентрации 0,5%.

Животные были распределены на 3 группы по 5 крыс (половозрелых) в каждой. Опытные животные получали один раз в сутки в течение 50 дней эксперимента хлеб обогащенный спирулиной дополнительно к основному рациону.

Животные I группы (контрольная (интактные животные)) получали основной корм;

Животные II опытной группы получали ежедневно дополнительно к основному рациону по 10 мг хлеба обогащенного *Spirulina platensis* ZBK -1 m;

Животные III опытной группы получали ежедневно дополнительно к основному корму 20 мг хлеба обогащенного биомассой *Spirulina platensis* ZBK -1 m.

Массу тела животных определяли каждые 10 дней. Через 50 дней животных декапитировали под хлороформным наркозом с соблюдением норм биологической этики при экспериментальной работе с животными.

Количество гемоглобина определяли с помощью гемометра Сали. Каталазную активность гомогенатов определяли спектрофотометрически по уменьшению светопоглощения перекиси водорода при $\lambda = 240$ нм в реакционной среде (50 мМ К-фосфатный буфер, pH 7,0; 10 мМ H₂O₂, гомогенат) в течение 5 мин [6, 7].

Активность СОД измеряли по степени ингибирования аутоокисления адреналина в щелочной среде путем спектрофотометрической регистрации промежуточного продукта аутоокисления адреналина с максимумом поглощения при 347 нм [8]. Железо в сыворотке крови определяли методом атомноабсорбционной фотометрии. Результаты исследований подвергали статистической обработке.

Результаты и их обсуждение

Анализ полученных результатов показал, что на протяжении эксперимента все подопытные животные чувствовали себя удовлетворительно. В ходе эксперимента изучалось влияние хлеба, обогащенного биомассой *S. platensis* ZBK -1 m на привес, некоторые биохимические и гематологические показатели крыс.

Цифры даны в расчете на все поголовье крыс. В опытных и контрольной группах крыс взвешивали и сравнивали каждые 10 дней. Оценивая прирост массы животных, следует указать, что у крыс всех исследуемых групп масса тела увеличивалась в течение эксперимента по отношению к исходным данным (рисунок 1).

Как видно из полученных данных, у животных на фоне приема хлеба, обогащенного биомассой цианобактерии, отмечалась положительная динамика прибавки массы тела.

За первые 10 суток масса тела крыс 2-ой опытной группы увеличилась на 1,3%; 3 группы, получавших хлеб, обогащенный биомассой спирулины – на 2,5 %, по сравнению с контролем. На 30 сут эксперимента увеличение массы тела крыс 2 и 3 групп составило на 5,5 и 7,4%, соответственно по отношению к исходному показателю. Тогда как, на 50 сут эксперимента увеличение массы тела крыс 2 группы увеличилась на 8,0%; 3 группы – на 12,0%, по сравнению с контролем.

В результате установлено, что по всем приведенным параметрам ввод хлеба обогащенного биомассой *Spirulina platensis* ZBK-1m более предпочтителен в рацион кормления крыс, нежели при использовании стандартного корма поскольку дает лучшие результаты.

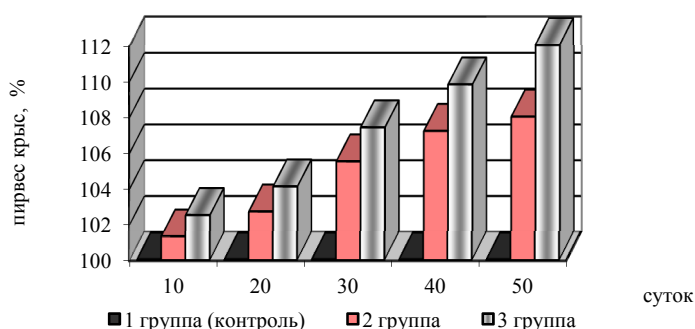


Рисунок 1 – Влияние хлеба, обогащенного биомассой *Spirulina platensis* ZBK-1m, на привес крыс, (%)

Общее состояние и поведение крыс, получавших хлеб обогащенный биомассы спирулину, не отличались от интактных животных. Животные были активны, рефлексы живые, прием воды и пищи без особенностей, естественные отравления не нарушены.

Подтверждением полифункциональных свойств биологически активной добавки на основе спирулины явились результаты экспериментальных исследований на белых нелинейных крысах, позволившие установить после 50 дневного приема хлеба обогащенной биомассой спирулины у животных повышение антианемических и антиоксидантных статусов (таблица 1).

Так, отмечено, увеличение в крови концентрации сывороточного железа у опытных группах до $151,3 \pm 6,0$ и $159,4 \pm 6,8$ мкг%, тогда как в контроле этот показатель составил $138,5 \pm 5,3$ мкг%. Повышенный уровень антиоксидантных ферментов как каротиноидов и биофлавоноидов в продукте хлеба обогащенной биомассой *Spirulina platensis* не мог не сказаться на повышении антиоксидантных возможностей организма крыс. В результате исследования активность СОД в крови опытных животных через 50 дней опыта повысилась на 6,4 и 10,3% соответственно. Также наблюдается повышение активности каталазы в крови экспериментальных животных, в этом случае цифры повысились на 5,2 и 9,4% соответственно.

Таблица 1 – Влияние хлеба обогащенного биомассой *Spirulina platensis* ZBK -1 т на некоторые биохимические показатели крови крыс

Показатель	Условия опыта		
	I группа (контроль)	II группа	III группа
Гемоглобин, г %	$11,9 \pm 0,5$	$12,3 \pm 0,6$	$13,7 \pm 0,6$
Эритроциты $\times 10^{12}$ кл/л	$2,8 \pm 0,1$	$3,0 \pm 0,13$	$3,3 \pm 0,15$
Сывороточное железо, мкг%	$138,5 \pm 5,3$	$151,3 \pm 6,0$	$159,4 \pm 6,8$
Активность СОД (ед.актив. / мг Нв в мин.)	$41,0 \pm 1,6$	$47,4 \pm 1,5$	$51,3 \pm 2,0$
Активность каталазы (ед.актив. / мг Нв в мин.)	$51,5 \pm 1,7$	$56,7 \pm 1,9$	$60,9 \pm 2,5$

Установлено повышение антианемических и антиоксидантных статусов у опытных животных после приема хлеба обогащенного биомассой спирулины. Так в сыворотке крови контрольной группы крыс (1 группы) отмечалось содержание гемоглобина $11,9 \pm 0,5$ г%, эритроцитов $2,8 \times 10^{12}$ кл/л, тогда как в опытных группах 2 и 3 эти показатели были равны: для гемоглобина $12,7 \pm 0,6$ и $13,9 \pm 0,6$ г%, для эритроцитов $3,3 \times 10^{12}$ кл/л и $3,7 \times 10^{12}$ кл/л соответственно.

Так, отмечено, что у животных на фоне приема хлеба обогащенного биомассой спирулины, отмечалось увеличение в крови концентрации сывороточного железа у опытных групп 2 и 3 до $149,4 \pm 5,6$ и $155,2 \pm 6,2$ мкг%, тогда как в контроле этот показатель составил $138,5 \pm 5,3$ мкг%.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о благоприятном влиянии хлеба, обогащенного биомассой спирулины на массу тела крыс, вследствие высокого уровня в ней, прежде всего, белкового компонента и повышенной энергетической ценности продукта.

Регистрация улучшения некоторых биохимических показателей у крыс получавших хлеб, обогащенный биомассой спирулины, открывает перспективы использования такого хлеба в профилактике не только железодефицитной анемии, но и с целью повышения антиоксидантных возможностей организма при различного рода патологических состояниях и влиянии экстремальных факторов внешней среды на организм. Таким образом, на основании полученных данных можно заключить, что хлеб обогащенный спирулиной обладает направленными антиоксидантными и антианемическими свойствами, наряду с благоприятным ее влиянием на прибавку массы тела крыс.

Литература

- 1 Гришина Л.Н., Белявская И.Г. Хлебобулочные изделия функционального назначения на основе микроводоросли спирулины // Материалы докладов Пятого Международного Хлебопекарного Форума, Международная промышленная академия – ЦВК «Экспоцентр» на Красной Пресне, 13-15 июня, 2012. – М.: Пищепромиздат. – 2012. – С.77-81.
- 2 Букреев В.С., Гришина Л.Н., Белявская И.Г. Хлебобулочные изделия функционального назначения с использованием микроводорослей // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2012. – № 1(125). – С. 36-38.
- 3 Гладких, О.Л. Изучение биологической активности спирулины и ее компонентов: автореф. дисс. ... канд. биолог. наук. – М. – 2008. – 20 с.
- 4 Каракис С. Г., Карпов Л. М., Драгоева Е. Г., Лавренюк Т. И., Сагариц В. А. Марченко В. С. Биохимический состав биомассы штаммов *Arthrospira (Spirulina) platensis* // Микробиология і біотехнологія. – 2008. – № (2). – С.58-63.
- 5 Спирулина – пища XXI века / Под. ред. С.А. Кедика. – М.: Фарма Центр, 2010. – 166 с.
- 6 Лабораторные методы исследования в клинике: справочник / Под. ред В.В. Меньшикова. – М.: Медицина, 1987. – 368с.
- 7 Сирота Т.В. Новый подход в исследовании процесса авто окисления адреналина и использование его для измерения активности супероксиддисмутазы // Вопросы мед. химии. – 1999. – №3. – С. 263-273.
- 8 Murlund S., Nordenson J., Back O. Normal Cu, Zn superoxidodismutase, Mn-SOD, catalase and glutathione peroxidase in werner's syndrome // J. Gerontol. – 1981. – №4. – P. 405-409.