

А.И. Қабылда, Г.С.Серикбай, М.С. Мықтабаева,
В.Б. Төлєнова, Н.Ж.Муслимов*

*Астана филиалы «Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Нұр-Сұлтан қаласы, Қазақстан
anara121579@gmail.com*, gserikbaykyzy@inbox.ru, m.manshuk98@mail.ru,
venera_98.12@mail.ru, n.muslimov@inbox.ru*

ОТАНДЫҚ ГЛЮТЕНСІЗ ҰН ТҮРЛЕРІНІҢ АМИНҚЫШҚЫЛДЫҚ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа

Бұл мақалада целиакия дерті бар науқастар үшін глютені жоқ мамандандырылған өнімдердің ассортиментін кеңейту қажеттілігі көрсетілген. Целиакия ауруы глютенге сезімтал адамдардың ішек шырышты қабығына әсер етіп, асқазанның қабынуына әкеледі. Сол себепті глютенсіз тағамдар рецептурасын жасау үшін шикізаттардың құрамын зерттеу, атап айтқанда, аминқышқылдық құрамды білу аса маңызды болып табылады. Тамақпен адам ағзасына түсетін ақуыздар, ас қорыту органдары ферменттерінің әсерінен аминқышқылдарына дейін гидролизденеді, олардан ферменттердің қатысуымен адамға қажетті түрлі ақуыздар түзіледі. Аминқышқылдар алмастырылатын және алмастырылмайтын аминқышқылдары болып бөлінеді. Адам ағзасы үшін алмастырылмайтын аминқышқылдары өте маңызды болып саналады, себебі, тағам құрамындағы алмастырылмайтын аминқышқылдарының болуы оның тағамдық құндылығын көрсетеді. Аминқышқылдың құрамын талдау негізінде глютенсіз өнімдерді өндіру үшін құрғақ қоспалар рецептінде ұнның екі түрін бір уақытта қолданудың әдісі көрсетілген, өйткені бұл ақуыздың қосымша құрамын теңестіруге мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижесінде глютенсіз ұн сұрыптарының аминқышқылдық құрамы зерттелді. Шикізат ретінде күріш, жүгері, қарақұмық, ноқат, сорго (құмай) сияқты дақылдардың ұн сұрыптары алынып, талданды. Әр шикізаттың аминқышқылдық құрамына байланысты өзіндік ерекшеліктері бар екені анықталды, сәйкесінше алдағы уақытта тағамдық рецептурада оңтайлы ұн сұрыпы таңдап алынатын болады.

Кілт сөздер: *глютен, целиакия ауруы, глютенсіз ұн, ақуыз, алмастырылатын аминқышқылдары, алмастырылмайтын аминқышқылдары, тағамдық құндылығы.*

Кіріспе

Целиакия ауруы – тұқым қуалайтын аурулардың біріне жатады. Ауру – адам ағзасының кейбір дәнді дақыл түрлерін қорыта алмау себебінен туындайды, организмде асқазан қабыну процесінің дамуын және аш ішектің атрофиясын тудырады. Ішек шырышты қабығының патологиясы кейбір дәнді дақылдарда кездесетін глютен ақуызынан туындайды, сондықтан целиакия ауруы тек осы ақуызға генетикалық төзімсіздігі бар глютені бар тағамдарды жейтін адамдарда дамиды. Адамда целиакия ауруы пайда болатын екі негізгі кезең бар: 1 жасында және 30-дан 40 жасқа дейінгі уақыт. Бұрын бұл ауру тек балалық шақта болады деп саналды, бірақ бүгінде 15% жағдайда ересектерде целиакия ауруы дамитыны дәлелденді. Әйелдерде бұл дерт ерлерге қарағанда екі есе жиі кездеседі.

Тұқым қуалайтын глютен көтере алмаушылық адамдарда қолданатын тамаққа байланысты пайда болады. Глютен организмнің атрофияға шалдығуына және жіңішке ішектің қабынуына әкеп соғады, осыған байланысты организмнің қалыпты жұмыс істеуі үшін қажетті заттардың сіңуін қиындайды.

Целиакия ауруының себептері – глютен ішек шырышты қабығына енген кезде иммундық жүйе ішек тіндеріне шабуыл жасай бастайды, нәтижесінде олар қабынып, жойылады (аутоиммундық реакция пайда болады).

Ішектегі қабыну процесі пациент құрамында глютені бар тағамдарды жей бергенде асқынады. Кейде целиакия ауруы басқа созылмалы және генетикалық патологиялары бар адамдарда байқалады (мысалы, бастапқы билиарлы цирроз, аутоиммунды гепатит, қант диабеті және басқа аурулармен бірге жүреді) [1]. Глютенсіз тағамдарды тұтынуға мәжбүр болған адамдардан басқа, оларға дұрыс тамақтануды қалайтын адамдар арасында да сұраныс бар. Осыған байланысты азық-түлік өнеркәсібін ингредиенттер мен рецептураларды іріктеудегі прогресс тұрғысынан да, сондай-ақ түпкілікті функционалдық өнімді өндіру технологияларын іріктеу тұрғысынан да кеңейту және дамыту қажет [2]. Глютенге төзімсіздігі бар адамдарда әртүрлі қоректік заттардың жетіспеушілігі байқалады, сонымен бірге технологияны дамыту процесінде басқа сипаттағы қиындықтар туындайды [3,4]. Мысалы, глютенсіз қамырмен жұмыс істеу қиынырақ, өйткені глютеннің болмауы (адгезия), қамырдың серпімділік қасиетін жояды және қамырдың әлсіз құрылымы – өнімнің сапасына кері әсерін тигізеді, кейіннен алынатын өнімнің сапалық көрсеткіштері төмен болуы мүмкін [5,6]. Әдетте, глютенсіз тағамдар жоғары крахмалдылығымен, аз клетчатка мөлшерімен, сақтау мерзімінің қысқалығымен немесе текстуралық ерекшеліктерімен сипатталады [7].

Осы мақсатта бидай өнімдерінің сапасына жақын өнімдер алу үшін әртүрлі глютенсіз ұн түрлері мен қосымша ингредиенттер арасындағы рецептураларды таңдауда кең зерттеулер жүргізілуде, өйткені бидай – адам рационына маңызды аминқышқылдарды, минералдарды, пайдалы фитохимиялық заттар мен диеталық талшықтарды енгізеді. Бидайдың сапасы негізінен глютен ақуызына байланысты, ол тұтқыр, серпімді қамырдың пайда болуына әсер етеді, содан кейін нан, макарон және басқа да тамақ өнімдерін өндіруде қолданылады [8]. Алайда, құрамында глютені жоқ бірқатар дәнді дақылдар бар, сондықтан оларды глютенге сезімтал диетада кеңінен қолдануға болады.

Өнеркәсіпте, сондай-ақ зерттеу мақсаттарында жиі қолданылатын глютенсіз ұн – күріш ұны. Күріш ұны – қоректік заттардың қол жетімді көзі. Ол шамамен 80% крахмалдан тұрады және оның ақуыздары целиакия ауруы бар науқастар үшін улы болып саналмайды. Жүгері бүкіл әлемде өсіріледі және бидай мен күріштен кейінгі үшінші орында. Жүгері адам метаболизмі үшін қажет көптеген микро және макроэлементтердің көзі болса да, кейбір қажетті қоректік заттардың мөлшері оның құрамында жеткіліксіз [9]. Жүгері құрамында құнды ақуыз, диеталық талшық, қажетті дәрумендер мен минералдар бар [10]. Қарақұмық құрамында майлар, алмастыратын және алмастырылмайтын аминқышқылдары, поли және моносахаридтер, дәрумендер, микроэлементтер бар, дақыл пайдалы құрамға ие. Ол 100% құрамында глютен жоқ жармаларға кіреді.

Бұршақ ұны, әдетте, тағамдық қасиеттеріне байланысты глютенсіз тағамдарда қолданылады. Ол ақуыздар, күрделі көмірсулар, талшықтар, микроэлементтер және антиоксидантты қосылыстар сияқты қоректік заттардың маңызды көзі болып табылады [11]. Ноқат – ақуызға бай және жақсы эмульгаторлық қасиеттері бар бұршақ өсімдігі. Сол себепті ноқат – глютенсіз өнімнің көлемін арттырады [12].

Құмай (сорго) соңғы онжылдықтарда еленбей келеді және қазіргі уақытта коммерциялық азық-түлік жүйелерінде маңызды рөл атқармайды. Бұл дақылдың тамақ өнімдерінде пайдалану деңгейін бағалау үшін оны астық өңдеу және технологиялық зерттеулер жүргізілді. Нәтижесінде құмайдың құрамы мен тағамдық құндылығы шамамен жүгеріге ұқсас, бірақ оның ақуыздары жүгері ұнына қарағанда аз сіңімді екенін көрсетті [13].

Бұл дәнді дақылдардың химиялық құрамы туралы көптеген ақпарат бар, бірақ глютенсіз ұнның құрамы туралы мәліметтер аз. Қабыршақтану және ұнтақтау сияқты процестер қоректік заттардың мөлшерін едәуір өзгертетіндігіне байланысты, алынған ұнның сипаттамасы зерттеудің келесі кезеңдерінде қызығушылық тудырады. Бұл зерттеудің мақсаты құмай, жүгері, бұршақ, қарақұмық және күріштен алынған глютенсіз ұнның

аминқышқылдарының құрамын бағалау және олардың тағамдық қасиеттерін салыстыру болды.

Зерттеу жұмыстарының өзектілігіне тоқталсақ, бүгінгі таңда Қазақстанда алғаш рет глютенсіз макарон өнімдерін өндіру технологиясы әзірленуде. Атап айтқанда, алғаш рет елімізде дәстүрлі емес шикізат көзінен, құрамында глютен ақуызы болмайтын жүгері, қарақұмық және күріш ұндарының сұрыпынан макарон өнімдерін алу технологиясы жасалып жатыр. Аталған зерттеулер 2021-2023 жылдарды қамтитын, Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігінің (BR10764977) бағдарламалық-мақсатты қаржыландыруы шеңберінде «Отандық шикізат негізінде глютенсіз макарон өнімдерінің технологиясын әзірлеу» ғылыми жобасы аясында, Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институтының Астана филиалында жүргізілуде.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу үшін Қазақстанда өсірілген астықтан күріш, жүгері, қарақұмық, сорго және ноқат ұны пайдаланылды. Глютенсіз ұн құрамында ақуыз мөлшері және оның аминқышқылы құрамы анықталды. Дайын өнімнің аминқышқыл құрамын сандық анықтау үшін «Капель 105» капиллярлық электрофорез жүйесі қолданылды. Сынаманың белгілі 0,5 г мөлшерін өлшеп аламыз. Оған 1:1 қатынаста дайындалған 10 мл тұз қышқылы ерітіндісін қосамыз. Оны 16 сағат 110 °С-та минерализациялау үрдісін жүргіземіз. Одан кейін оны сүзіп, 50 мкл фильтрат алып құрғақ ауа ағынында кептіреміз (ауа сорғыш шкафта). Кептірілген фильтратқа аминқышқылдарын ыдырататын реактивтер натрий карбонаты немесе фенилацетил аланин қосып 35 минутқа қоямыз. Одан кейін қайта кептіреміз. Сосын 0,5 мл суда ерітіп, «Капель 105» қондырғысына түсіреміз. Алынған нәтижелер эльфаран бағдарламасымен есептеледі. Ақуыздың биологиялық толық құндылығы амин қышқылы скорын есептеу арқылы анықталды, төмендегі формула бойынша есептелді:

$$AC = \frac{AK_x}{AK_c} \times 100 \quad (1)$$

мұндағы: AC - аминқышқылдарының скоры, %;

AK_x - зерттелетін ақуыздағы аминқышқылы мөлшері, мг;

AK_c - бұл ФАО/ДДСҰ стандартты ақуыздағы аминқышқылы мөлшері, мг.

$$K_i = \frac{C_{min}}{C_i} \quad (2)$$

мұндағы: C_{min} – ақуыз эталонына қатысты бағаланатын ақуыздың ААҚ минималды мөлшері, үлестік бірлік;

C_i – ақуыз эталонына қатысты бағаланатын ақуыздың ААҚ мөлшері, үлестік бірлік.

Нәтижелер және оларды талқылау

Амин қышқылдары, пептидтер және белоктар маңызды құрайтын тамақ өнімдері. Тағамдық құндылығынан басқа, олар тағамның дәмі мен құрылымын береді. Тағам өнімдерін дайындау үшін жиі қолданылатын бидай ұнының орташа ақуыз мөлшері 12-15% құрайды. Ақуыздың массалық үлестерінің қосындысы бойынша бидай ұнының тағамдық және биологиялық құндылығы бойынша ноқат пен сорго ұндарынан төмен.

1-кестеден көріп отырғанымыздай, ноқат ұны (23,4%) ақуыздың ең жоғары мөлшерін көрсетті. Күріш пен жүгері ұны ең аз мән көрсетті – 7,8% және 7,3%. Сондай-ақ, бұл көрсеткіш сорго және қарақұмық ұны үшін салыстырмалы түрде төмен болып келеді (11,8% және 12,6%). Ақуыздар құрамындағы кең өзгерістер генетикалық факторларға ғана емес, сонымен бірге қоршаған ортаның әсеріне де байланысты. Ақуыз жеміс беру кезінде синтезделеді, ал крахмал синтезі кейінірек басталады. Егер жеміс беру кезеңінің соңында өсіру жағдайлары жақсы болса, крахмал шығымдылығы жоғары болады, бірақ ақуыз мөлшері салыстырмалы түрде төмен болады [14]. Әр глютенсіз ұн түрлерінің өзіндік ерекшеліктері бар. Бұл оның құрамындағы ақуыздың аминқышқылдарының алмастырылатын немесе алмастырылмайтын түріне байланысты. Салыстырмалы түрде 1-кестеден түрлі глютенсіз ұн сұрыптарының 100 г-ға шаққандағы аминқышқылдарының құрамы көрсетілген. Кестеге қарап отырып, глютенсіз өнім алу үшін алынатын шикізаттың құрамындағы аминқышқылдардың санына қарап, ұнның тағамдық құндылығы

анықталады. Кестедегі ұн сұрыптары арасынан оңтайлы ұн сұрыпы таңдалып, ары қарай глютенсіз түрлі өнімдер алуда қолданылатын болады. Төменде 1-кестеде глютенсіз ұн ақуызының аминқышқылдық құрамы көрсетілген.

Кесте 1 – Глютенсіз ұн ақуызының аминқышқылдық құрамы

Аминқышқылдары, 100г-ға мг	Күріш ұны	Жүгері ұны	Қаракұмық ұны	Сорго ұны	Ноқат ұны
Ақуыз, %	7,8	7,3	12,6	11,8	23,4
Алмастырылмайтын аминқышқылдары	3546,28	3177,31	4559,96	7520,78	8474,4
валин	408,93	385,14	1325,65	891,99	508,03
изолейцин	360,65	305,23	474,23	1311,75	400,88
лейцин	878,23	1015,87	792,22	1458,67	1338,99
метионин	207,5	176,13	164,15	381,04	142,64
лизин	435,85	304,80	642,32	1475,84	2781,75
треонин	317,8	269,78	482,45	758,43	2091,88
фенилаланин	618,82	448,74	495,40	1012,19	499,90
триптофан	318,50	271,62	183,54	230,87	710,33
Алмастырылатын аминқышқылдары	7335,87	5341,68	7540,81	10862,27	6696,85
аланин	531,36	580,13	712,56	948,28	1004,08
аргинин	1142,26	521,34	935,45	1596,04	389,23
аспарагин қышқылы	919,92	192,58	1079,23	2092,12	663,03
гистидин	362,11	356,23	295,6	826,16	252,78
глицин	588,59	481,15	981,36	845,24	290,66
глутамин қышқылы	2228,45	1854,01	1948,25	2037,78	2273,51
пролин	174,85	225,02	482,36	794,68	840,47
серин	415,20	321,45	652,32	929,2	476,72
тирозин	386,54	328,21	235,65	513,25	353,29
цистеин	586,59	481,56	218,03	279,52	153,08
Барлық сомасы	10882,15	8518,99	12100,77	18383,05	15171,25

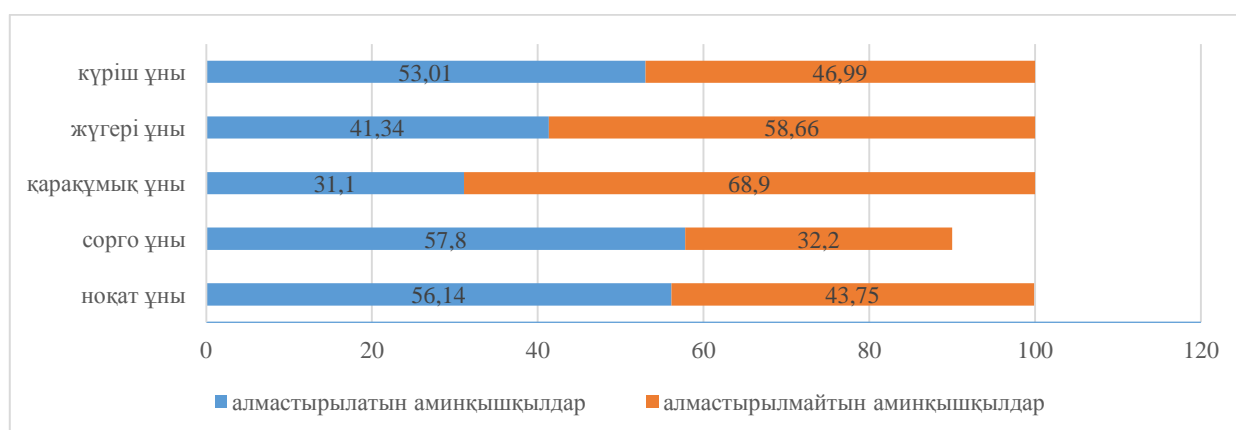
Ақуыздың аминқышқылдық құрамы оның тағамдық құндылығын сипаттайтын маңызды көрсеткіштердің бірі болып табылады [15]. Тамақпен адам ағзасына түсетін ақуыздар, ас қорыту органдары ферменттерінің әсерінен аминқышқылдарына дейін гидролизденеді, олардан ферменттердің қатысуымен адамға қажетті түрлі ақуыздар түзіледі [16]. Аминқышқылдарының құрамын зерттеу көрсеткендей, талданатын ұн түрлерінде валин, лизин, фенилаланин, изолейцин, лейцин, метионин, треонин сияқты маңызды аминқышқылдары бар.

Кестеден олардың мазмұны бұршақ ұндарында басым болатындығын көруге болады. Ноқат және сорго ұндары лизинге бай (сәйкесінше 2781,75 және 1475,84 мг/100 г), лизин тағамнан кальцийдің сінуіне ықпал етеді. Ұнның бұл түрлеріне тән белгі – бұл глутамин қышқылының жоғары мөлшері (күріш ұны үшін 2228,45, күріш ұны үшін 2037,78 мг/100 г және бұршақ ұны үшін 2273,51 г), аспарагин қышқылы (сорго ұны үшін 2092,12 мг/100 г, қаракұмық ұны үшін 1079,23 мг/100 г және күріш ұны үшін 919,92 мг/100 г), сондай-ақ аргининнің жоғары мөлшері (1596,04 мг/100 г-сауда және 1142,26 күріш ұнында). Қаракұмық және сорго ұндарының құрамында глицин мөлшері жоғары – сәйкесінше 100 г үшін 981,36 және 845,24 мг, бұл ноқат ұнымен салыстырғанда 3 есе жоғары.

Глютенсіз ұнда лейцин алмастырылмайтын аминқышқылы болып келеді. Сорго мен ноқат ұны лейциннің жоғары мөлшерін көрсетті (сәйкесінше 1458,67 және 1338,99 мг/100 г), ал ең төмен мөлшері қарақұмық ұнында болды (792,22 мг/100 г). Глютенсіз ұндағы метионин мөлшері аминқышқылдарының басқа түрлеріне қарағанда 142,64-тен 381,04-ке дейін айтарлықтай төмен болды. Лизин адам ағзасында гормондар, ферменттер шығаратын және өмірлік маңызды жүйелердің жұмысы үшін қажет ақуыз қосылыстарын синтездеуге қажетті амин қышқылы екендігі белгілі [17]. Оның құрамына келетін болсақ, ноқат ұнының құрамында 2781,75%, одан кейін 642,32-ден 1475,84%-ға дейін сорго және қарақұмық ұндары құрайды.

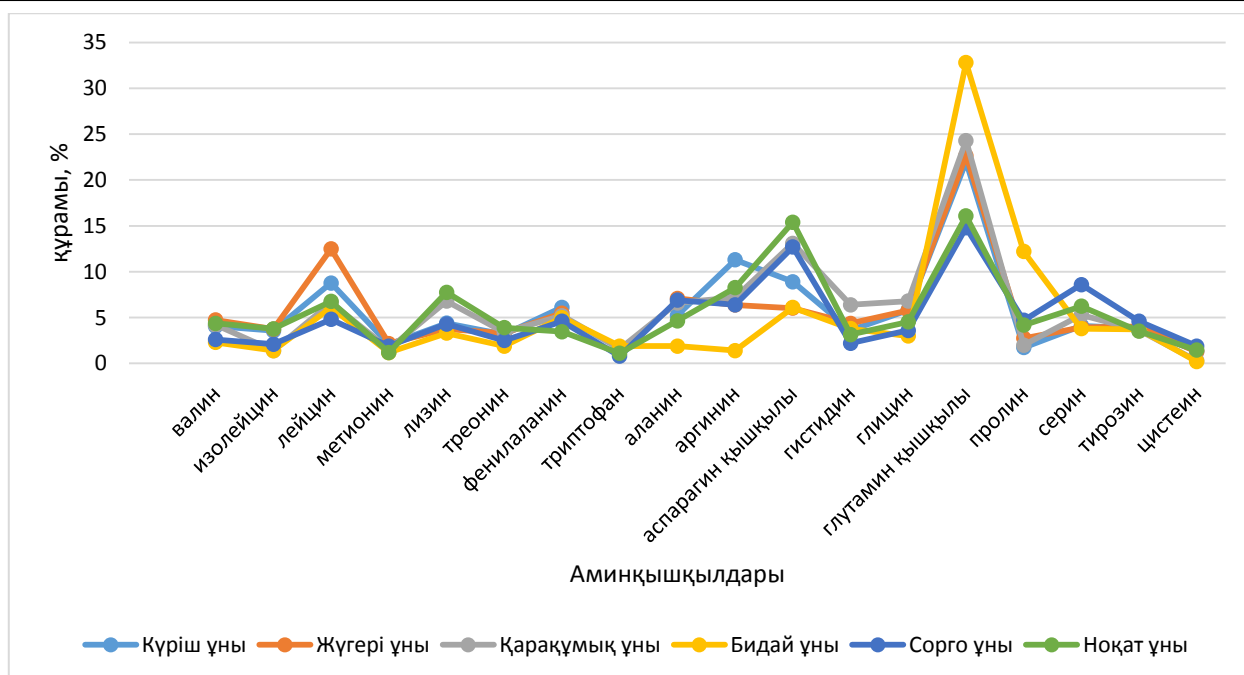
Жалпы, күріш пен жүгері ұнында аминқышқылдары аз болды. 1-кестеге сәйкес күріш пен жүгері лизиннің жетіспеушілігін көрсетті. Керісінше, бұршақ ұндары лизиннің ең жоғары мәнін көрсетті. Тиісінше, ноқат және сорго, қарақұмық ұндарын басқа зерттелген ұндармен салыстырғанда бұл ұндар ақуыз сапасы жақсы шикізат ретінде қарастыруға болады.

Ақуыздың тағамдық құндылығы ондағы барлық алмастырылмайтын аминқышқылдарының болуымен ғана анықталмайды. Егер ондағы барлық аминқышқылдары оңтайлы мөлшерде және арақатынаста болса, ақуыз толық болады. Өнімнің ақуызында алмастырылмайтын аминқышқылдарының құрамы ғана емес, сонымен қатар алмастырылмайтын және алмастырылатын аминқышқылдарының белгілі бір қатынасы болуы керек, әйтпесе алмастырылмайтын аминқышқылдарының бір бөлігі басқа мақсатта жұмсалуды мүмкін [18]. Төмендегі 1-суретте глютенсіз ұндағы алмастырылатын және алмастырылмайтын аминқышқылдарының құрамы салыстырылған.



Сурет 1 – Глютенсіз ұндағы алмастырылатын және алмастырылмайтын аминқышқылдарының құрамын салыстыру

Адам ағзасындағы ақуызды қолданудың тиімділігін анықтайтын негізгі факторлардың бірі – маңызды аминқышқылдарының құрамындағы ақуыздың тепе-теңдігі. Ақуыздың тепе-теңдігі алынған өнімнің қаншалықты құнарлы екендігін көрсетеді. Сол себепті ақуыз құрамындағы аминқышқылдарды салыстыру арқылы оның тағамдық құндылығы анықталады. Егер мұндай салыстыру кез келген аминқышқылының мәні 100 пайыздан аз болса, бұл ақуыздың биологиялық құндылығының төмендегенін көрсетеді және ағзаның белгілі бір аминқышқылдарына деген қажеттілігін өтеу үшін оның көп мөлшерін жеуге мәжбүр етеді. Аминқышқылының құрамын талдау нәтижелері бойынша (1-кесте) глютенсіз ұннан алынған ақуыздың биологиялық құндылығын әрбір алмастырылмайтын аминқышқылы бойынша аминқышқылының СКОР-ын есептеу арқылы бағалау 2-суретте жүргізілді.



Сурет 2 – Глютенсіз ұнның аминқышқыл СКОРы, %

2-суретті талдай отырып, келесі қорытынды жасауға болады: күріш ұны үшін лимиттеуші аминқышқылы триптофан, жүгері ұны үшін лейцин және триптофан, қарақұмық ұны үшін триптофан және валин болып табылады. Бұршақ дақылдарының ішінен сорго фенилаланин, триптофан, лейцин және лизин аз. Негізінен бұршақ ақуыздарының аминқышқыл құрамы бойынша жақсы теңдестірілген ноқат ұнының ақуыздары, лимиттеуші аминқышқылы лейцин болып табылады.

1 және 2-суретте келтірілген деректерді талдайтын болсақ, ноқат, сорго, жүгері және қарақұмық ұнының ақуыздық заттары күріш ұнының ақуыздарына қарағанда жоғары биологиялық құндылыққа ие деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Аминқышқылы құрамының арақатынасын талдау негізінде, біздің ойымызша, глютенсіз макарон өндірісі үшін құрғақ қоспалар рецептінде ұнның екі түрін бір уақытта қолданған дұрыс, өйткені бұл ақуыздың қосымша құрамын теңестіреді.

Қорытынды

Қазіргі таңда глютенсіз өнімдердің сапасын жақсарту үшін дәстүрлі емес ұнды қолдану арқылы және сенсорлық және технологиялық мәселелерді шешу үрдісі байқалады.

Бұл зерттеудің негізгі идеясы әртүрлі глютенсіз ұнға жалпы шолу жасау және ноқат және сорго сияқты дақылдардың басқа түрлерін пайдалану мүмкіндігіне назар аудару болды.

Глютенсіз өнімдердің рецептерін жасау кезінде ұнның технологиялық қасиеттерінен басқа, олардың химиялық және аминқышқылдарының құрамын ескеру қажет. Глютенсіз дайын өнімдердің тағамдық құндылығы бидай ұнынан жасалған өнімдерге жақын болуы керек.

Глютенсіз ұнның аминқышқылдарының құрамы бұршақ, құмай және қарақұмық ұны жүгері мен күріш ұны ақуыздарымен салыстырғанда ақуыздың жоғары сапалы көзі екені анықталды.

Осылайша, ақуыз мөлшері жоғары және маңызды аминқышқылдары бар отандық глютенсіз ұнды қолдану глютенсіз диетаны оңтайландыру және целиакия ауруы бар және глютенге сезімтал адамдардың қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін өте пайдалы болуы мүмкін.

Алғыс

Авторлар Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігінің (BR10764977) бағдарламалық-мақсатты қаржыландыруы аясында «Отандық шикізат негізінде глютенсіз

макарон өнімдерінің технологиясын әзірлеу» жобасын қаржылай қолдағаны үшін алғыс білдіреді.

Әдебиеттер тізімі

1. Целиакия. [Электронный ресурс].- 2020. URL: <https://expert-clinica.ru/diseases/tseliakiya-1>
2. Falguera, V.; Aliguer, N.; Falguera, M. An integrated approach to current trends in food consumption: Moving toward functional and organic products? *Food Control* – 2012, – 26, – 274–281.
3. Saturni, L.; Ferretti, G.; Bacchetti, T. The gluten-free diet: Safety and nutritional quality. *Nutrients* – 2010, – 2, – 16–34.
4. Vici, G.; Belli, L.; Biondi, M.; Polzonetti, V. Gluten free diet and nutrient deficiencies: A review. *Clin. Nutr.* 2016, 35, 1236–1241.
5. Bender, D.; Schonlechner, R. Innovative approaches towards improved gluten-free bread properties. *J. Cereal Sci.* – 2020, – 91, – 102904.
6. Cappelli, A.; Oliva, N.; Cini, E. A systematic review of gluten-free dough and bread: Dough rheology, bread characteristics, and improvement strategies. *Appl. Sci.* 2020, 10, 6559.
7. Demirkesen, I.; Ozkaya, B. Recent strategies for tackling the problems in gluten-free diet and products. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* – 2020, – 1–27.
8. Shewry, P.R., 2009. Wheat. *Journal of Experimental Botany* 60, 1537e1553
9. Nuss, E.T., Tanumihardjo, S.A., 2010. Maize: a paramount staple crop in the context of global nutrition. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 9 (4), – 417–436.
10. Wijngaard, H.H., Arendt, E.K., 2006. Buckwheat. *Cereal Chemistry* 83 (4), 391e401
11. Melini, F.; Melini, V.; Luziatelli, F.; Ruzzi, M. Current and forward-looking approaches to technological and nutritional improvements of gluten-free bread with legume flours: A critical review. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* – 2017, – 16, – 1101–1122.
12. Aguilar, N.; Albanell, E.; Miñarro, B.; Capellas, M. Chickpea and tiger nut flours as alternatives to emulsifier and shortening in gluten-free bread. *LWT Food Sci. Technol.* – 2015, –62, – 225–232.
13. Rai, K.N., Gowda, C.L.L., Reddy, B.V.S., Seghal, S., 2008. Adaptation and potential uses of sorghum and pearl millet in alternative and health foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 7 (4), – 340-352
14. Lasztity, R., 1996. *The Chemistry of Cereal Proteins*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Maningat, C.C., Seib, A.P., 2010. Understanding the physicochemical and functional properties of wheat starch in various foods. *Cereal Chemistry* 87 (4), 305e314.
15. Шмалько, Н.А. Амарант в пищевой промышленности / Н.А. Шмалько, Ю.Ф. Росляков. – Краснодар: Просвещение-Юг, – 2011, – 489 с.
16. Caubet J.C. Current understanding of the immune mechanisms of food protein-induced enterocolitis syndrome / J.C. Caubet, A. Nowak-Wegrzyn// *Expert Rev Clin Immunol.* – 2011. – V.7. – P. – 317–327.
17. Лизин – все, что нужно знать о пользе незаменимой аминокислоты [Электронный ресурс]. – 2020. URL: <https://sayyes.com.ua/lizin-vse-chto-nuzhno-znat-o-polze-nezamenimoy-aminokisloty/>
18. Молчанова Е.Н., Сусянок Г.М. Оценка качества и значение пищевых белков // *Хранение и переработка сельхозсырья.* – 2013. – №1. – С. 16-22.

References

1. Celiac disease. [electronic resource]. – 2020. URL:<https://expert-clinic.ru/diseases/tseliakiya-1>
2. Falguera, V.; Aliguer, N.; Falguera, M. An integrated approach to current trends in food consumption: Moving toward functional and organic products? *Food Control* 2012, 26, 274–281.

3. Saturni, L.; Ferretti, G.; Bacchetti, T. The gluten-free diet: Safety and nutritional quality. *Nutrients* – 2010, – 2, – 16–34.
4. Vici, G.; Belli, L.; Biondi, M.; Polzonetti, V. Gluten free diet and nutrient deficiencies: A review. *Clin. Nutr.* – 2016, – 35, – 1236–1241.
5. Bender, D.; Schonlechner, R. Innovative approaches towards improved gluten-free bread properties. *J. Cereal Sci.* – 2020, – 91, – 102904.
6. Cappelli, A.; Oliva, N.; Cini, E. A systematic review of gluten-free dough and bread: Dough rheology, bread characteristics, and improvement strategies. *Appl. Sci.* – 2020, – 10, –6559.
7. Demirkesen, I.; Ozkaya, B. Recent strategies for tackling the problems in gluten-free diet and products. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* – 2020, 1–27.
8. Shewry, P.R., 2009. Wheat. *Journal of Experimental Botany* 60, 1537e1553
9. Nuss, E.T., Tanumihardjo, S.A., 2010. Maize: a paramount staple crop in the context of global nutrition. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 9 (4), – 417–436.
10. Wijngaard, H.H., Arendt, E.K., 2006. Buckwheat. *Cereal Chemistry* 83 (4), 391e401
11. Melini, F.; Melini, V.; Luziatelli, F.; Ruzzi, M. Current and forward-looking approaches to technological and nutritional improvements of gluten-free bread with legume flours: A critical review. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* – 2017, – 16, – 1101–1122.
12. Aguilar, N.; Albanell, E.; Miñarro, B.; Capellas, M. Chickpea and tiger nut flours as alternatives to emulsifier and shortening in gluten-free bread. *LWT Food Sci. Technol.* 2015, 62, 225–232.
13. Rai, K.N., Gowda, C.L.L., Reddy, B.V.S., Seghal, S., 2008. Adaptation and potential uses of sorghum and pearl millet in alternative and health foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 7 (4), – 340-352
14. Lasztity, R., 1996. *The Chemistry of Cereal Proteins*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Maningat, C.C., Seib, A.P., 2010. Understanding the physicochemical and functional properties of wheat starch in various foods. *Cereal Chemistry* 87 (4), 305e314.
15. Shmalko, N.A. *Amaranth in the food industry* / N.A. Shmalko, Yu.F. Roslyakov. – Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, – 2011. – 489 p.
16. Caubet J.C. Current understanding of the immune mechanisms of food protein-induced enterocolitis syndrome / J.C. Caubet, A. Nowak-Wegrzyn// *Expert Rev Clin Immunol.* – 2011. – V.7. – P. 317–327.
17. Lysine – everything you need to know about the benefits of an essential amino acid [Electronic resource]. – 2020. URL: <https://sayyes.com.ua/lizin-vse-cto-nuzhno-znat-o-polze-nezamenimoy-aminokisloty/>
18. Molchanova E.N., Suslyanok G.M. Evaluation of the quality and value of food proteins // *Storage and processing of agricultural raw materials.* – 2013. – No. 1. – pp. 16–22.

А.И. Қабылда, Г.С. Серикбай, М.С. Мықтабаева,
В.Б. Төлєнова, Н.Ж. Муслимов*

*Астанинский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», г. Нур-Султан, Казахстан
anara121579@gmail.com*, gserikbaykyzy@inbox.ru, m.manshuk98@mail.ru,
venera_98.12@mail.ru, n.muslimov@inbox.ru*

ИЗУЧЕНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА БЕЗГЛЮТЕНОВОЙ МУКИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация

В данной статье показана необходимость расширения ассортимента специализированных продуктов, не содержащих глютен, для больных с целиакией. Целиакия поражает слизистую оболочку кишечника людей, чувствительных к глютену, вызывая

воспаление желудка. Поэтому для составления рецептуры безглютеновых изделий особенно важным является изучение состава сырья, в частности, знание аминокислотного состава. Белки, поступающие в организм человека с пищей, под действием ферментов органов пищеварения гидролизуются до аминокислот, из которых в присутствии ферментов образуются различные белки, необходимые человеку. Аминокислоты делятся на незаменимые и заменимые аминокислоты. Незаменимые аминокислоты считаются очень важными для человеческого организма, потому что наличие незаменимых аминокислот в пище указывает на его пищевую ценность. На основе анализа аминокислотного состава в рецепте сухих смесей для производства безглютеновых продуктов указан способ одновременного применения двух видов муки, так как это позволяет сбалансировать добавочный состав белка. В результате исследования был изучен аминокислотный состав безглютеновых сортов муки. В качестве сырья были взяты и проанализированы сорта муки таких культур, как рис, кукуруза, гречиха, нут, сорго. Установлено, что каждое сырье имеет свои особенности в зависимости от аминокислотного состава, соответственно в дальнейшем в пищевой рецептуре будет выбран оптимальный сорт муки.

Ключевые слова: глютен, целиакия, мука без глютена, белок, незаменимые аминокислоты, заменимые аминокислоты, пищевая ценность.

A.I. Kabylda, G.S. Serikbay, M.S. Myktabayeva,
V.B. Tolenova, N.Zh. Muslimov*

Astana branch of Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry LLP, Nursultan, Kazakhstan, anara121579@gmail.com, gserikbaykyzy@inbox.ru, m.manshuk98@mail.ru, venera_98.12@mail.ru, n.muslimov@inbox.ru*

RESEARCH OF AMINO ACID COMPOSITION OF GLUTEN-FREE FLOUR OF DOMESTIC PRODUCTION

Abstract

This article shows the need to expand the range of specialized gluten-free products for patients with celiac disease. Celiac disease affects the intestinal mucosa of people who are sensitive to gluten, causing inflammation of the stomach. Therefore, for the formulation of gluten-free products, it is especially important to study the composition of raw materials, in particular, knowledge of the amino composition. Proteins entering the human body with food, under the action of digestive enzymes, are hydrolyzed to amino acids, from which, in the presence of enzymes, various proteins necessary for humans are formed. Amino acids are divided into essential and non-essential amino acids. Essential amino acids are considered very important for the human body, because the presence of essential amino acids in food indicates its nutritional value. Based on the analysis of the amino acid composition in the recipe of dry mixes for the production of gluten-free products, a method for the simultaneous use of two types of flour is indicated, since this allows you to balance the additional protein composition. As a result of the study, the amino acid composition of gluten-free flour varieties was studied. As raw materials, flour varieties of crops such as rice, corn, buckwheat, chickpeas, sorghum were taken and analyzed. It is established that each raw material has its own characteristics depending on the amino acid composition, respectively, in the future, the optimal grade of flour will be selected in the food recipe.

Key words: gluten, celiac disease, gluten-free flour, protein, essential amino acids, interchangeable amino acids, nutritional value.