

Рысбаева Е.Ж.¹, Лесова Ж.Т.², Асанова Н.²

¹Ғылыми өндірістік-техникалық орталық «Жалын», Алматы қ, Қазақстан

²Алматы Технологиялық университеті АҚ, Алматы қ, Қазақстан

HELIANTHUS TUBEROSUS L. ТОПЫРЫҚ АЛМҰРТЫ ӨСІМДІГІНЕН ИНУЛИНДІ БӨЛІП АЛУ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУ

Түйіндеме. Инулин – бұл өсімдік тектес полисахарид, еритін диеталық талшық пребиотик болып саналады. Ас қорыту ферменттерімен қорытылмайды, ішек микрофлорасы толық ыдырайды және пайдалы бифидобактериялардың көбеюіне, зиянды патогендік бактериялардың өсерін басуға көмектеседі. Инулин – полифруктозан, оны аморфты ұнтақ түрінде және кристалдар түрінде алуға болады, ыстық суда оңай ериді және суық суда еруі қиын. Қазақстан флорасының инулинге ең перспективалы кезі – Топырақ алмұрты *Helianthus tuberosus* L. Ол қол жетімді дәрілік өсімдіктер тобына жатады. Қазақстанның барлық дерлік аудандарында кездеседі. Бұл жұмыста Қазақстанның дәрілік өсімдігі Топырақ алмұрты *Helianthus tuberosus* құрамынан инулинді бөліп алу әдістерін және технологиялық параметр көрсеткіштерін (меншікті, үйінді, көлемдік массалары және кеуектілігі) анықтау болып табылады. Инулиннің сандық мөлшерін анықтауда спектрофотометриялық әдіс қолданылды.

Түйінді сөздер: инулин, фруктоза, полисахарид, глюкоза, сахароза, КФК-3, спектрофотометр.

• • •

Аннотация. Инулин – это полисахарид растительного происхождения, растворимая пищевая клетчатка считается пребиотиком. Не переваривается пищеварительными ферментами, микрофлора кишечника полностью разрушается и способствует размножению полезных бифидобактерий, подавлению воздействия вредных патогенных бактерий. Инулин – это полифруктозан, который можно получить в виде аморфного порошка и кристаллов, легко растворяется в горячей воде и трудно растворяется в холодной воде. Наиболее перспективным источником флоры Казахстана для инулина является земляная груша *Helianthus tuberosus* L. Относится к группе доступных лекарственных растений. Встречается практически во всех районах Казахстана. В данной работе проводится определение методов выделения инулина из состава

земляной груши *Helianthus tuberosus* лекарственного растения Казахстана и показателей технологических параметров (удельные, насыпные, объемные массы и пористость). Количественное определение инулина использовали спектрофотометрический метод.

Ключевые слова: инулин, фруктоза, полисахарид, глюкоза, сахароза, КФК-3, спектрофотометр.

• • •

Abstract. Inulin is a polysaccharide of plant origin, soluble dietary fiber is considered a prebiotic. It is not digested by digestive enzymes, the intestinal microflora is completely destroyed and promotes the reproduction of beneficial bifidobacteria, suppressing the effects of harmful pathogenic bacteria.

Inulin is a polyfructosan that can be obtained as an amorphous powder and crystals, easily soluble in hot water and difficult to dissolve in cold water.

The most promising source of flora of Kazakhstan for inulin is the soil pear *Helianthus tuberosus* L. It belongs to the group of available medicinal plants. It is found in almost all regions of Kazakhstan.

In this work, the methods of inulin isolation from the composition of the soil pear *Helianthus tuberosus*, a medicinal plant of Kazakhstan, and indicators of technological parameters (specific, bulk, bulk masses and porosity) are determined. The quantitative determination of inulin was carried out using a spectrophotometric method.

Key words: inulin, fructose, polysaccharide, glucose, sucrose, KFK-3, a spectrophotometer.

Кіріспе. Қазақстан флорасы адамзат үшін пайдалы өсімдіктерге, оның ішінде аса маңызды болып саналатын дәрілік өсімдіктерге өте бай. Қазіргі уақытта олардан дәрілік заттар мен биологиялық заттардың шамамен 40%-ы алынады. Адам ағзасындағы ауыр, қатерлі ауруларды емдеуде өсімдіктерден жасалған препараттар жиі қолданылады. Олардан жасалған препараттар тиімді болғаны белгілі. Қазіргі заманғы тамақ және медицина өнеркәсібін дамытудың маңызды бағыты арнайы мақсаттағы өнімдер өндірісін кеңейту болып табылады. Қант диабетімен сырқаттанушылықтың өсуі қант алмастырғыштарды қолдана отырып, биологиялық заттар мен тамақ өнімдерін өндіруді қажет етеді [1].

Осыған байланысты қосымша емдеу және жанама әсерлердің алдын алу ретінде фитопрепараттарды жасау үшін диабетке қарсы (қантты төмендететін) қасиеттері бар дәрілік өсімдіктерді анықтау және зерттеу бойынша зерттеулер өзекті болып табылады. Қантты төмендететін дәрілік өсімдіктердің препараттарын екінші типтегі қант

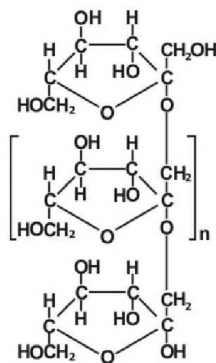
диабетіне қолдану ұсынылады, олардың жеңіл ағымы жалғыз және негізгі дәрі болуы мүмкін. Орташа инсулинге тәуелді қант диабетінде дәрілік өсімдіктерді таблеткалармен бірге қабылдауға болады. Метаболизмге ықпал ететін және қан тамырларына пайдалы және әр түрлі органдардың жұмыс істеуі үшін қажет басқа шөптерді бірінші және екінші типтегі қант диабетімен ауыратындар үшін қолдануға болады.

Инулин – бұл өсімдік тектес полисахарид, ал адамдар үшін ол тиімді пребиотик болып табылады. Өйткені ол суда жақсы ериді, ас қорыту ферменттерімен қорытылмайды, ішек микрофлорасы толық ыдырайды.

Бүгінгі таңда негізгі өнеркәсіптік инулин құрамдас өсімдіктер – Топырақ алмұрты *Heliánthus tuberosus* L. түйнектері және цикорий тамыры. Қазақстанда инулин құрамдас ең көп қолданылатын өсімдік Топырақ алмұрты *Heliánthus tuberosus* L. болып табылады. Бірақ, цикорий де перспективалы, оны тамыр дақылдарының ыңғайлы пішініне байланысты өңдеу оңайырақ [2,3].

Инулин – еритін диеталық талшық, оны ішкен кезде төмен тығыздықтағы липопротеидтердің («жаман» холестерин) деңгейін төмендетуге көмектеседі. Сонымен қатар, инулин қандағы глюкоза деңгейіне әсер етпейді, сондықтан оны қант диабетімен ауыратын адамдардың диетасында еш қорқынышсыз қолдануға болады [4]. Пребиотикалық қасиеттеріне байланысты инулин тоқ ішекке дейін өзгеріссіз өтеді. Онда ол пайдалы бифидобактериялардың көбеюіне және зиянды патогендік бактериялардың әсерін басуға көмектеседі. Инулин сумен бірге гель тәрізді құрылымды қалыптастыруға қабілетті және осылайша диеталық өнімдерде майдың пайда болуына ықпал етеді [5-6]. Инулинді тұтынудың диеталық мөлшері тәулігіне 5-8 г құрайды. Азық-түлік өнімінің бір порциясында ұсынылатын тәуліктік дозаның шамамен 10-50% болуы мүмкін.

Инулин-фураноза (β , d-фруктофураноза) түріндегі бірнеше фруктоза қалдықтарынан (10-нан 36-ға дейін) және β -2,1 ликозидтік байланыстар арқылы байланысқан пираноза (α , d-глюкопираноза) түріндегі бір глюкоза қалдықтарынан тұратын полимер. Оның молекулалық салмағы шамамен 5000-6000 Да құрайды. Инулин-полифруктозан, оны аморфты ұнтақ түрінде және кристалдар түрінде алуға болады, ыстық суда оңай ериді және суық суда еруі қиын.



Сурет 1 – Инулиннің құрылымдық формуласы

Инулин өсімдік жасушасының вакуольдерінде сферокристалдар түрінде сақталады. Кейбір инулин құрамдас өсімдіктердегі инулин кристалдары флоэма жасушаларында жақын орналасқан паренхималық тамыр жасушаларының вакуольдерінде топтастырылған [7, 8]. Топырақ алмұрты *Helianthus tuberosus* L. және бақ-бақтың *Taraxacum officinale* Wigg вегетациялық кезеңдерінде инулиннің үздіксіз жиналуына әкелетіні көрсетілген. Күзде фотоассимиляттардың төмендеуі инулиннің деградациясына ықпал етеді [9].

Инулинді тамақпен тұтыну ішектің қалыпты микрофлорасының өсуі мен дамуы үшін оңтайлы жағдай жасауды; зобтың алдын алу; ас қорыту жүйесінің бактериялық және вирустық инфекцияларына төзімділіктің жоғарылауын қамтамасыз ететіні белгілі. Инулин метаболизмді қалыпқа келтіруге көмектеседі: май алмасуының өнімдеріне айналатын пайдаланылмаған глюкоза молекулаларынан айырмашылығы, фруктозаны дене толығымен пайдаланады, бұл семіздік пен тамырлы атеросклероздың дамуына жол бермейді. [10, 11]

Топырақ алмұртында құрғақ заттардың жеткілікті мөлшері (20%-ға дейін), олардың ішінде 80%-ға дейін фруктоза – инулин бар. Инулин – бұл полисахарид, оның гидролизі қант диабетімен ауыратындар үшін зиянсыз фруктозаға айналады. Сонымен қатар, құрамында талшық және минералды элементтердің бай жиынтығы бар, соның ішінде (құрғақ затқа мг%): темір – 10,1; марганец – 44,0; кальций – 78,8; магний – 31,7; калий – 1382,5; натрий – 17,2. Топырақ алмұрты кремнийді

топырақтан белсенді түрде жинайды, ал түйнектерде бұл элементтің мөлшері құрғақ затқа 8%-ға дейін жетеді. Құрамында темір, кремний және мырыш мөлшері көп болғандықтан, картоп, сәбіз және қызылшадан асып түседі. Түйнектерінің құрамына ақуыздар, пектин, амин қышқылдары, органикалық және май қышқылдары кіреді. Пектинді заттар құрғақ зат массасының 11% -ын құрайды [12].

Жұмыстың мақсаты – топырақ алмұртының сапасының технологиялық параметрлері мен жеке сандық көрсеткіштерін анықтау және инулинді бөліп алу.

Инулиннің жоғарыда аталған барлық қасиеттері зерттеулердің кең дамуына ықпал етеді. Қазақстандағы инулиннің ең перспективалы көзі – Топырақ алмұрты *Heliánthus tuberósus* L. Олар қол жетімді дәрілік өсімдіктер, жол бойында, бақтарда, көкөніс бақтарында, қамшылардың жанында, қоршаулар мен құрылыстарда арамшөптер сияқты өседі. Ол Оңтүстік шөлдерді қоспағанда Қазақстанның барлық аудандарында кездеседі, бірақ абсолютті биіктігі 2000 м-ден аспайды.

Зерттеу әдістері және материалдары. Зерттеу нысаны ретінде Asteraceae Dumort тұқымдасына жататын көпжылдық шөптесін өсімдіктер *Helianthus tuberósus* L. – Топырақ алмұртының тамырлары (түйнектері) таңдалды.



Сурет 2 – *Heliánthus tuberósus* L.
Топырақ алмұрты

Басқа көкөністерден айтарлықтай айырмашылығы сол, оның түйнектеріндегі ақуыздың жоғары мөлшері (құрғақ затқа 3,2% дейін), тек өсімдіктер синтездейтін және адам ағзасында синтезделмейтін 8 аминқышқылынан (аргинин, валин, гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, триптофан, фенилаланин) құралған.

Зерттеу сынамаларын дайындау. Топырақ алмұртын күз мезгілінің қазан-қараша айында Алматы облысы Талғар қаласы Талдыбұлақ ауылынан жиналды. Топырақ алмұрты түйнектерінен құрғақ ұнтақ алу үшін алдымен мұқият тазартылды, жуыл-

ды, кесілді және кептірілді. Кесілген топырақ алмұрты ауада гидролизденбеуі үшін 1% сілтілі ерітіндімен жуылды. Кептіргіш шкафта +400°С 10-сағат көлемінде кептіріліп ұнтақталды. Ұнтақтау дәрежесі 0,5 мм (50 мкм).

Меншікті массаны анықтау (d_y , г/см³). Меншікті масса – бұл мүлдем құрғақ ұнтақталған шикізат массасының өсімдік шикізатының көлеміне қатынасы. Шамамен 5,0 г (дәл масса) сыйымдылығы 100 мл пикнометрге салынды, көлемнің 2/3 бөлігін тазартылған сумен құйып, қайнаған су ваннасында 1,5-2 сағат ұсталды, мезгіл-мезгіл шикізаттан ауаны кетіру үшін араластырылды, пикнометр 20°С дейін салқындатылды, көлемі тазартылған сумен белгіленді. Шикізат пен сумен пикнометрдің массасы анықталды. Пикнометрдің салмағы сумен алдын-ала анықталды.

Меншікті массаны есептеу формуласы, г / см³:

$$d_y = \frac{P \times d_{ж}}{P + G - F},$$

мұндағы:

P – абсолютті құрғақ шикізаттың массасы, г;

G – сумен пикнометрдің массасы, г;

F – сумен және шикізатпен пикнометрдің массасы, г;

$d_{ж}$ – судың меншікті массасы, г/см³ ($d_{ж}=0,9982$ г/см³).

Үйінді массаны анықтау (d_n , г/см³). Үйінді масса – бұл табиғи ылғалдылықтағы ұсақталған шикізат массасының шикізатпен алынған толық көлемге қатынасы. Ұсақталған шикізат өлшеуіш цилиндрге орналастырылды, шикізатты тегістеу үшін аздап шайқалды және оның толық көлемін анықтады. Осыдан кейін шикізат өлшенді. Үйінді массаны есептеу формуласы, г/см³:

$$D_n = P_n / V_n,$$

мұндағы:

P_n – белгілі бір ылғалдылықтағы ұсақталған шикізаттың массасы, г;

V_n – шикізатты алатын көлем, см³.

Көлемдік массаны анықтау (d_0 , г/см³). Көлемдік масса – бұл белгілі бір ылғалдылықтағы ұсақталған шикізаттың ауамен толтырылған тесіктерді, жарықтар мен капиллярларды қамтитын оның толық көлеміне қатынасы. Шамамен 10,0 г (дәл ілу) шикізат тазартылған сумен өлшеуіш цилиндрге тез орналастырылып, көлемі анықталды. Өлшеуіш цилиндрдегі көлем айырмашылығы шикізат алатын көлемді анықтады. Көлемдік массаны есептеу формуласы, г/см³:

$$d_0 = P_0 / V_0,$$

мұндағы:

P_0 – белгілі бір ылғалдылықтағы ұсақталған шикізаттың массасы, г;

V_0 – шикізатты алатын көлем, см³.

Кеуектілікті анықтау (Γ_c). Кеуектілік – өсімдік тінінің ішіндегі бос орындардың мөлшері. Айырмашылық қатынасы меншікті масса мен көлемдік масса арасындағы меншікті массаға. Кеуектілікті есептеу формуласы:

$$\Gamma_c = \frac{dy - d_0}{dy},$$

мұндағы:

D_y -шикізаттың үлес салмағы, г/см³;

d_0 -көлемді шикізат массасы, г/см³.

Инулинді гравиметриялық әдіспен алу. Полисахаридтерді алу әдісі олардың қасиеттеріне байланысты – ерігіштігі, әртүрлі реагенттерге тұрақсыздығы және т.б. көп жағдайда шикізаттардан полисахаридтерді мацерация әдісімен қыздырылған кезде сумен алынады. Температураның жоғарылауы көптеген полисахаридтердің ерігіштігінің жоғарылауына әкеледі.

Әдістеме. Шикізаттың аналитикалық сынамалары (құрғақ) 0,5 мм тесіктері бар електен өтетін бөлшектердің мөлшеріне дейін ұнтақталады. Құрғақ ұнтақ топырақ алмұрты 40 г +80°C дистилденген су қыздырылған 1:6 қатынасы мөлшерінде 1 сағат бойы мацерация әдісімен жүргізілді. Экстракция екі рет қайталанатын және сүзгілер біріктіріледі, вакуум пешінде буландырғыш шыныаяқта +70°C температурада қатты заттар пайда болғанға дейін 1/10 дейін буланады. Содан кейін +30°C дейін салқындатылады. Көлемі бойынша 1:1 қатынасында 96% этил спирті қосылады және 3-4°C температурада 5 күн бойы тоңазытқышқа қойылады, тұнба центрифугада 3000 рет айналымда 20 минут бөлінеді және ауа кептіру шкафында +70°C температурада 10 сағат бойы кептіріледі.

Инулинді спектрофотометриялық әдіспен сандық анықтау. Спектрофотометриялық әдіс. Бұл әдіс қанттардың (фруктоза, сахароза) концентрацияланған қышқылдармен қыздырылған кезде 200-380 нм аймағында сіңіру максимумдары бар өнімдер түзу қабілетіне негізделген.

Әдістеме. Құрамында инулин бар ұнтақтың шамамен 0,1 г (дәл аспасы) сыйымдылығы 250 мл конустық колбаға салынады, 100 мл тазартылған су қосылады, қайнаған су ваннасында (ерітіндіде) қыз-

дырғанда ерітіледі. 1,0 мл ерітінді тегістелген түбі бар колбаға салынып, 25 мл 5% хлорсутек қышқылының ерітіндісі қосылады, кері тоңазытқышқа қосылады. Қайнаған су ваннасында 2,5 сағат бойы қызады. Бөлме температурасына дейін салқындағаннан кейін колбаның мазмұны сыйымдылығы 25 мл әлшеуіш колбаға сандық түрде ауыстырылады және ерітіндінің көлемі 5% хлорсутек қышқылының ерітіндісімен (Б ерітіндісі) белгіге жеткізіледі.

В ерітіндісінің оптикалық тығыздық қабаттың қалыңдығы 10 мм болатын кюветада 300 нм толқын ұзындығында анықталады. Салыстыру ерітіндісі ретінде 1,0 мл А ерітіндісінен тұратын ерітінді қолданылады, сыйымдылығы 25 мл 5% хлорсутек қышқылының ерітіндісімен белгіге дейін жеткізіледі [13].

Фруктозаға есептегенде инулиннің (X) құрамы % формула бойынша есептеледі:

$$X = \frac{D * 100 * 25}{E * 1\% / \text{см} * m * 1} = \frac{D * 100 * 25}{298 * m * 1}$$

мұндағы:

x – инулин мөлшері, %;

D – сыналатын ерітіндінің оптикалық тығыздығы ($\lambda = 300$ нм);

298-қышқыл гидролизден кейін фруктоза трансформациясының өнімін сiңiрудiң меншiктi көрсеткiшi;

m – дәл масса, г.

Зерттеу нәтижелері. *Helianthus tuberosus* L. – Топырақ алмұртының технологиялық параметрлері және сандық сапа көрсеткіштерінің нәтижесі 1- кестеде көрсетілген.

Кесте 1. Топырақ алмұртының технологиялық параметрлер көрсеткіштері

Өсімдік шикі заты	Меншікті масса	Үйінді масса	Көлемдік масса	Кеуектілік
Топырақ алмұрты <i>Helianthus tuberosus</i>	2,13 г/см ³	1,03 г/см ³	1,14 г/см ³	0,4652 г/см ³

Зерттеу жұмысы 3 рет қайталанып жасалды орташа көрсеткіштерін нәтижеге алынды. Инулинді алу гравиметриялық әдіс арқылы жүргізілді. Зерттеуге нәтижесі 2-кестеде көрсетілді

Кесте 2. Инулиннің органолептикалық көрсеткіштері

Өсімдік шикізаты	Өлшем бірлік	Инулин саны	Түсі	Құрылысы	Иісі, дәмі	Ерігіштігі	% мөлшері
Кептірілген -Топырақ алмұрты	г	8	Ашық-сұр	Кристалды ұнтақ	Тәтті иісі жоқ	+200С суда ерігіштігі жоқ	20%
Кептірілмеген -Топырақ алмұрты	г	10	Қоңыр	Кристалды ұнтақ	тәтті	+200С суда ерігіштігі жоқ	25%



Сурет 3 – Кептірілген топырақ алмұртынан бөлініп алынған инулин



Сурет 4 – Кептірілмеген топырақ алмұртынан бөлініп алынған инулин

Инулиннің сандық анықтамалары КФК-3 – «ЗОМЗ» Фотометрі жабдықтарында спектрофотометриялық әдіспен анықталды. Инулинді сандық анықтау нәтижелері 3-кестеде келтірілген.

Кесте 3. Инулинді сандық анықтау нәтижесі

Өсімдік шикізаты	Инулиннің сандық анықтамасы %
Кептірілген -Топырақ алмұрты	29,4 %
Кептірілмеген- Топырақ алмұрты	50,9 %

Зерттеуге Топырақ алмұртының 2 түрлі кептірілген және кептірілмеген түрлерін алдық. Алынған нәтижелер спектрофотометриялық әдіс үшін рұқсат етілген ауытқу нормасына сәйкес келеді. 0,95 сенімділік ықтималдығы кезінде анықтаудың салыстырмалы қателігі ү 5% - дан аспайды. Спектрофотометриялық зерттеу әдісін КФК-3 – «ЗОМЗ» фотометр жабдығында 6-рет қайталана жасалды. Зерттеу нәтижесіне орташа көрсеткіштері алынды.

Қорытынды. Зерттеуге Топырақ алмұрты *Helianthus tuberosus* өсімдігі алынды. Технологиялық параметрлері (меншікті, үйінді, көлемдік массалары және кеуектілігі) анықталды. Гравиметриялық әдіс арқылы инулинді Топырақ алмұртынан бөлініп алынды және спектрофотометриялық әдіс арқылы инулиннің сандық мөлшері анықталды. Зерттеу нәтижесі бойынша Топырақ алмұрты кептірілген құрғақ ұнтақ құрамында инулин 29,4 % құрайды. Ал кептірілмеген езілген масса құрамында 50,9 % инулин бар болып саналады. Демек күз мезгілінде күн сәулесінің төмендеуі өсімдіктердің зат алмасу процесі және қоректенуі фотосинтез процесін баяулатады.

Күзде фотоассимиляттардың төмендеуі инулиннің деградациясына ықпал етті.

Әдебиеттер

1 Жучкова М.А., Скрипников С.Г. Топинамбур – растение XXI века // Овощи России. 2017. № 1. С. 31–33.

2 Кулуев Б.Р., Картуха А.И., Князев А.В., Фатерыга А.В., Чемерис А.В. Опыт выращивания *Taraxacum hybernum* (Asteraceae) // Растительные ресурсы. 2017. №4. С. 543–554.

3 Тарасенко Н.А. Инулин и олигофруктоза: эффективность в качестве пребиотического волокна для кондитерской промышленности // Фундаментальные исследования. 2014. № 9-6. С. 1216–1219

4 Устюжанинова Л.В., Мартинсон Е.А. Определение оптимальных параметров экстракции из клубней топинамбура // Сборник статей XVIII Всероссийской научно-практической конференции в 3 т. Вятский государственный университет. 2018. С. 204–213.

5 Becerril-Alarcon Y., Campos-Gomez S., Valdez-Andrade J.J., Campos-Gomez K.A., Reyes Barretero D.Y., Benítez-Arciniiega A.D., Valdes Ramos R., Soto-Pina A.E. Inulin supplementation reduces systolic blood pressure in women with breast cancer undergoing neoadjuvant chemotherapy // Cardiovasc Ther. 2019. 5707150. doi: 10.1155/2019/5707150

6 Deng P., Hoffman J.B., Petriello M.C., Wang C.Y., Li X.S., Kraemer M.P. Morris A.J., Hennig B. Dietary inulin decreases circulating ceramides by suppressing neutral sphingomyelinase expression and activity in mice // J Lipid Res. 2020. V. 61. P. 45–53. doi: 10.1194/jlr.RA119000346

7 Gokhale S., Bhaduri A. Provitamin D3 modulation through prebiotics supplementation: simulation based assessment // Sci Rep. 2019. V. 9(1):19267. doi: 10.1038/s41598-019-55699-2

8 Guaragni A., Boiago M.M., Bottari N.B., Morsch V.M., Lopes T.F., Schafer da Silva A. Feed supplementation with inulin on broiler performance and meat quality challenged with *Clostridium perfringens*: Infection and prebiotic impacts // Microb Pathog. 2019. V. 139:103889. doi: 10.1016/j.micpath.2019.103889

9 Haiping D., Zhao A., Qi W., Yang X., Ren D. Supplementation of inulin with various degree of polymerization ameliorates liver injury and gut microbiota dysbiosis in high fat-fed obese mice // J Agric Food Chem. 2020. doi: 10.1021/acs.jafc.9b06571

10 Stolze A., Wanke A., van Deenen N., Geyer R., Prüfer D., Schulze Gronover C. Development of rubber-enriched dandelion varieties by metabolic engineering of the inulin pathway // Plant Biotechnology Journal. 2017. V. 15. P. 740–753.

11 Сербяева Э.П., Якупова А.Б., Магасумова Ю.Р., Фархутдинова К.А., Ахметова Г.Р., Кулуев Б.Р. Инулин: Природные источники, особенности метоболизма в растениях и практическое применение // Биомика, 2020, Том 12 №1, стр 19-57.

12 Ананьяна Н.А., Андреева О.А., Мыкоц Л.П., Оганесян Э.Т. Стандартизация инулина, полученного из клубней георгины простой. Изучение некоторых физико-химических свойств инулина // Химико-фармацевтический журнал. Том 43, №3, 2009, стр 35-37.

References

1 Zhuchkova M.A., Skripnikov S.G. Topinambur – растение XXI века // Ovoshchi Rossii. 2017. № 1. S. 31–33.

2 Kuluev B.R., Kartuha A.I., Knyazev A.V., Fateryga A.V., Chemeris A.V. Opyt vyrashchivaniya Taraxacum hybernum (Asteraceae) // Rastitel'nye resursy. 2017. №4. S. 543–554.

3 Tarasenko N.A. Inulin i oligofruktoza: effektivnost' v kachestve prebioticheskogo volokna dlya konditerskoj promyshlennosti // Fundamental'nye issledovaniya. 2014. № 9-6. S. 1216–1219

4 Ustyuzhaninova L.V., Martinson E.A. Opredelenie optimal'nyh parametrov ekstrakcii iz klubnej topinambura // Sbornik statej XVIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii v 3 t. Vyatskij gosudarstvennyj universitet. 2018. S. 204–213.

5 Becerril-Alarcon Y., Campos-Gomez S., Valdez-Andrade J.J., Campos-Gomez K.A., Reyes Barretero D.Y., Benítez-Arciniega A.D., Valdes Ramos R., Soto-Pina A.E. Inulin supplementation reduces systolic blood pressure in women with breast cancer undergoing neoadjuvant chemotherapy // Cardiovasc Ther. 2019. 5707150. doi: 10.1155/2019/5707150

6 Deng P., Hoffman J.B., Petriello M.C., Wang C.Y., Li X.S., Kraemer M.P. Morris A.J., Hennig B. Dietary inulin decreases circulating ceramides by suppressing

neutral sphingomyelinase expression and activity in mice // J Lipid Res. 2020. V. 61. P. 45–53. doi: 10.1194/jlr.RA119000346

7 Gokhale S., Bhaduri A. Provitamin D3 modulation through prebiotics supplementation: simulation based assessment // Sci Rep. 2019. V. 9(1):19267. doi: 10.1038/s41598-019-55699-2

8. Guaragni A., Boiago M.M., Bottari N.B., Morsch V.M., Lopes T.F., Schafer da Silva A. Feed supplementation with inulin on broiler performance and meat quality challenged with *Clostridium perfringens*: Infection and prebiotic impacts // Microb Pathog. 2019. V. 139:103889. doi: 10.1016/j.micpath.2019.103889

9 Haiping D., Zhao A., Qi W., Yang X., Ren D. Supplementation of inulin with various degree of polymerization ameliorates liver injury and gut microbiota dysbiosis in high fat-fed obese mice // J Agric Food Chem. 2020. doi: 10.1021/acs.jafc.9b06571

10 Stolze A., Wanke A., van Deenen N., Geyer R., Prüfer D., Schulze Gronover C. Development of rubber-enriched dandelion varieties by metabolic engineering of the inulin pathway // Plant Biotechnology Journal. 2017. V. 15. P. 740–753.

11 Serbaeva E.R., Yakupova A.B., Magasumova YU.R., Farhutdinova K.A., Ahmetova G.R., Kuluev B.R. Inulin: Prirodnye istochniki, osobennosti metabolizma v rasteniyah i prakticheskoe primeneniye // Biomika, 2020, Tom 12 №1, str 19-57.

12 Anan'ina N.A., Andreeva O.A., Mykoc L.P., Oganesyana E.T. Standartizatsiya inulina, poluchennogo iz klubnej georginy prostoj. Inzucheniye nekotorykh fiziko-himicheskikh svoystv inulina // Himiko-fpamacevticheskij zhurnal. Tom 43, №3, 2009, str 35-37.

Авторлар туралы мәліметтер

Рысбаева Елдана Жетесовна, техника ғылымының магистрі.

Эксперимент, талқылау, қолжазбаны дайындау, деректерді өңдеу, спектрофотометриялық зерттеу, әдебиеттерді іздеу. eldana-90@mail.ru

Лесова Ж.Т., биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор. Эксперимент, талқылау, қолжазбаны дайындау, деректерді өңдеу. zhanika_lesova@mail.ru

Асанова Наргиз Саматовна, 3-курс студенті. Эксперимент, деректерді өңдеу, әдебиеттерді іздеу. eldana-90@mail.ru

Сведения об авторах

Рысбаева Елдана Жетесовна, магистр технических наук, Эксперимент, Обсуждение, Подготовка рукописи, Обработка данных, Спектрофотометрическое исследование, Поиск литературы. eldana-90@mail.ru

Лесова Ж.Т., кандидат биологических наук, доцент. Эксперимент, Обсуждение, Подготовка рукописи, Обработка данных.
zhaniha_lesova@mail.ru

Асанова Наргиз Саматовна, студентка 3 курса, Эксперимент, Обработка данных, Поиск литературы. eldana-90@mail.ru

Information about the authors

Rysbaeva Yeldana Zhetesovna, master of technical science, Experiment, discussion, manuscript preparation, data processing, spectrophotometric study, literature search. eldana-90@mail.ru

Lesova J.T., candidate of biological sciences, associate professor. Experiment, discussion, manuscript preparation, data processing. zhaniha_lesova@mail.ru

Asanova Nargiz Samatovna, 3rd year student, Experiment, data processing, literature search. eldana-90@mail.ru