

Zöld dió méz tanulmány

Méhek természetes növényi kivonatokkal történő etetésével előállított mézzel dúsított funkcionális joghurt a humán vércukorszint szabályzására.

Prokisch József 1,* , Hassan El-Ramady 1,2 , Daróczi Lajos 3, Nagy Éva 3, Khandsuren Badgar 1, Kiss Attila 4, Ayaz Mukarram Shaikh 5 , Gilányi Ibolya 6 és Oláh Csaba 7

1 Állattudományi, Biotechnológiai és Természetvédelmi Intézet, Mezőgazdasági és Élelmiszertudományi Kar Tudomány és Környezetgazdálkodás, Debreceni Egyetem, Böszörményi út 138.

4032 Debrecen, Magyarország; hassan.elramady@agr.kfs.edu.eg (H.E.-R.); b_khandsuren@mul.s.edu.mn (K.B.)

2 Talaj és Víz Tanszék, Mezőgazdasági Kar, Kafrelsheikh Egyetem, Kafr El-Sheikh 33516, Egyiptom

3 Y-Food Kft., Dózsa György út 28/A, 4100 Berettyóújfalú, Magyarország; daroczi@yfood.hu (L.D.);

nagyevacska@gmail.com (É.N.)

4 Debreceni Egyetem Agrár-élelmiszeripari Tudáshasznosítási Központ, Böszörményi út 138.

4032 Debrecen, Magyarország; attkiss@agr.unideb.hu

5 Debreceni Egyetem Élelmiszertudományi Intézet, Böszörményi út 138, 4032 Debrecen, Magyarország;

ayaz.shaikh@agr.unideb.hu

6 Laboratóriumi Osztály, Borsod Megyei Oktatókórház, 3526 Miskolc, Magyarország;

gilanyi.lab@bazmkorhaz.hu

7 Borsod Megyei Oktatókórház Idegsebészeti Osztálya, 3526 Miskolc, Magyarország; olahcs@gmail.com

* Levelezés: jprokisch@agr.unideb.hu; Tel.: +36-20-581-6149

Rövid összefoglalás: Az emberi testben a vércukorszint fontos, ellenőrizni kell annak érdekében, hogy elkerüljük az idegekre és erekre gyakorolt káros hatásait, ennek hiányában szívbetegségekhez és megannyi más problémához vezethet. A diabétesz kezelésének piacán számos kezelés elérhető, úgy mint: inzulinterápia, szintetikus gyógyszerek, gyógynövény alapú gyógyszerek, transzdermális tapaszok, melyek segítik a vércukorszint szabályozását. Egy kettős vak humán vizsgálat során négyféle (akác, homoktövis, chlorella alga, zölddió kivonat) növényi alapanyaggal táplált méhek mézével erősítették fel a joghurt készítményt az emberi vércukorszint szabályzására. A korábban megerősített méznek a hatását vizsgálták a vércukorszint és egyéb paraméterek vonatkozásában egy 60 résztvevős humán tanulmány során. A résztvevők 150 ml joghurtot kaptak 30 g mézzel elkeverve minden reggel 21 napon keresztül. A vizsgálati időszak előtt és után tesztelték az alapvető vérparamétereket és a résztvevők standardizált kérdőíveket is töltöttek ki egyénileg. A kontrollként használt hagyományos méz akácméz volt, a speciális méztermékeket szabadalmaztatott technológia segítségével állították elő a gyártók.

A zölddióméz fogyasztása jelentős hatással volt a reggeli vércukorszintre ami ezen csoport minden résztvevőjénél (15 fő) csökkent. Az átlagos vércukorszint a zölddiós csoportban kezdetben 4,81 mmol L, míg 21 nap után az érték 3,73 mmol L¹ értékre csökkent. A vércukorszint teljes csökkenése egyénenként körülbelül 22,45% (1,08 mmol L) volt. A homoktövis és chlorella alga alapú méz termékcsoportok esetében nem volt számottevő a vércukorszint változása, amelyet a kezelés előtt 4,91 és 5,28 mmol L¹ szinteken regisztráltak és 5,28, illetve 5,07 mmol L¹ szinteken a kezelés után. Az akácméz csoport esetében is volt egy enyhe csökkenés, itt kezdetben 4,77 mmol L, a végén pedig 4,27 mmol L volt a mért érték, azaz 10,48%-os teljes csökkenési rátát mértek. Ezáltal tehát kijelenthető, hogy a zölddió aktív összetevői jelentős mértékben tudják az emberi vércukorszintet csökkenteni. Ez a tanulmány elsőként tehát nemcsak egy új innovatív eljárást mutat be gyógynövények vagy egészséges aktív összetevők mézhez való hozzáadása kapcsán, hanem azt is, hogy ezen hasznos összetevők hogyan segítik a mézzel együtt az emberi vércukorszint kontrollálását is.

1. Bevezető

A cukorbetegség gyakori és súlyos anyagcserezavar, a 10 leggyakoribb felnőttkori betegség egyike, amely veszélyezteti a közegészséget és világszerte 4 millió halálesetet okoz minden évben [1]. 2022 márciusában a becslések szerint a cukorbetegség globális prevalenciája (előfordulási gyakorisága) 537 millió ember volt, ami legalább 966 milliárd USD egészségügyi kiadást jelent [2]. Ezen felül, a cukorbetegség előfordulási gyakorisága várhatóan 578-ról 700 millióra emelkedik 2030-ra és 2045-re [3]. A magas vércukorszint a cukorbetegség „fő ismert tünete” egyéb tünetek mellett, mint például fokozott vizeletürítés, homályos látás, megmagyarázhatatlan fáradtság, fokozott szomjúság és éhségérzet, valamint váratlan fogyás [4,5]. Az emberi vércukorszint irányítása fontos az idegek és az erek szénhidrát tartalom emelkedése miatti (hiperglikémia) károsodásának elkerülése érdekében, ami ezen felül szívbetegséghez és sok más problémához vezet [3,6]. A cukorbetegség kezelésére számos megközelítést próbáltak már ki beleértve a gyógyszereket és a természetes termékeket, például a mézet vagy a gyógynövényeket [7].

Körülbelül 300 féle mézet ismerünk (pl. akác, citrus, lóhere, mézharmat, Majra, Manuka, hegyi, Sidr és Tualang méz) amelyeket lelőhelyeik, szezonjaik és földrajzi eredetük, valamint feldolgozásuk, betakarításuk és tárolási feltételeik különböztetnek meg [8,9]. A mézet „orvosi minőségű méznek” nevezik antibakteriális hatása miatt, számos gyógyászati kezelésben használják, például cukorbetegségben, emellett funkcionális élelmiszerként segíti az emberi egészséget [10].

A méz használatának jogosultságát a cukorbetegség kezelésében több tanulmány is megerősítette (pl. [8,9,11–16]). A méz potenciális szerepét a glikémia (emberi vércukorszint) kezelésében élelmiszerekhez édesítőszerként adagolásával érhetjük el, például joghurthoz, amely naponta fogyasztható krónikus betegségek esetén is [17,18]. A mézet többféle élelmiszerral dúsították, hogy javítsák tápértéküket és gyógyászati hatásukat, például tejtermékek [19–23], különféle egyéb élelmiszerek [24] és az édesgyökér [25].

A funkcionális élelmiszerek olyan élelmiszerek, amelyeket meghatározott terápiás célokra vagy emberi egészségügyi használatra készülnek a magas bioaktív vegyülettartalmuk miatt, mint például alkaloidok, karotinoidok, flavonoidok, fenolsavak és vegyületek, sztilbénok és lignánok, tanninok, terpének, és terpenoidok [26,27]. Számos tápanyagot vagy bioaktív összetevőt alkalmaztak különféle élelmiszerek dúsítási folyamata révén, például funkcionális élelmiszerek előállítása mézzel és/vagy joghurttal, mikroalgával vagy chlorella algával [28–30], homoktövissel [31–33], és dióval [34,35]. Ezen funkcionális élelmiszerek egészségfejlesztő tulajdonságokkal rendelkeznek [36].

A tejtermékek (azaz joghurt, tej és sajt) egészségjavító tulajdonságai jól ismertek, különösen a joghurté, amely elősegítheti az antimikrobiális aktivitást az emberi testben, serkenti az immunrendszert, és javítja a fehérjék és zsírsavak emészthetőségét [23,24]. Ezért sok tanulmány a mézzel dúsított joghurtra összpontosított az emberi egészségre gyakorolt előnyei miatt, úgy, mint az antioxidáns aktivitás növelése [23] és bizonyos egészségügyi problémák, például a vulvovaginális candidiasis kezelése [37]. Néhány tanulmány beszámolt a mézelő méhek etetéséről természetes növényi kivonatok szirupjával, mint például a *Spirulina platensis* algakivonat [38], de legjobb tudomásunk szerint nincs jelentés a vizsgált természetes növényi kivonatokkal táplált méhek mézével dúsított joghurtról.

Ezért a természetes növényi kivonatok (azaz akác, zölddió, homoktövis és chlorella alga) mézzel dúsított joghurthoz adták, ami azt jelenti, hogy a mézelő méheket etették ezen növényi kivonatokkal az emberi vércukorszint kezelésére és szabályozására. Ez a tanulmány első kísérlet arra vonatkozóan, hogy próbálja megválaszolni a fő kérdést: melyik növényi kivonat bizonyul a legjobbnak az emberi vércukorszint csökkentésében?

2. Eredmények

A jelen tanulmányt annak vizsgálatára végeztük, hogy a vizsgált növényi kivonatok közül melyek csökkenthetik a reggeli vércukorszintet egy klinikai vizsgálatban. A gyűjtött vérmintákat a klinikai kísérlet során 4 C-os hűtőben tároltuk a vér alapvető kémiai összetételének méréséig a fogyasztás előtt és után (S1. táblázat). A mért paraméterek közé tartozott a glükóz, trigliceridek, koleszterin, kreatinin, immunglobulin, húgysav, ferritin, albumin, transferrin és a vérsérumban található Ca, Mg és Fe (S2. táblázat). A vércukorszintet minden egyes mézcsoporthoz minden résztvevőnél megmértük.

Az első csoport (kontrollként akácméz) vércukor szintje csökkent az akácmézzel dúsított joghurtot fogyasztó résztvevőkhöz képest, de nem volt a különbség jelentős (1. ábra). A második és harmadik csoport esetében a kapcsolat a vércukorszint és az elfogyasztott mézzel dúsított joghurt között nem volt egyértelmű sem szignifikáns, míg a negyedik csoport (dió) esetében az összes résztvevő vércukor értéke a mézzel dúsított joghurt elfogyasztása után alacsonyabb volt a bevétel után, mint a kezelések előtt (1. ábra).

A négy csoportra vonatkozó méz alapelemzéseit az 1. táblázat tartalmazza. Ebből a táblázatból látható, hogy a méz kémiai tartalma az egyes csoportokban általában hasonló és nincs nagy különbség a csoportok között, beleértve a cukortartalmat is (a fruktóz + glükóz magasabb volt a chlorella algánál). A mézben tizenegy tápanyagot is mértek a kezelések előtt, többek között a B, I, Cu, Ca, Mg, K és Zn tartalmat.

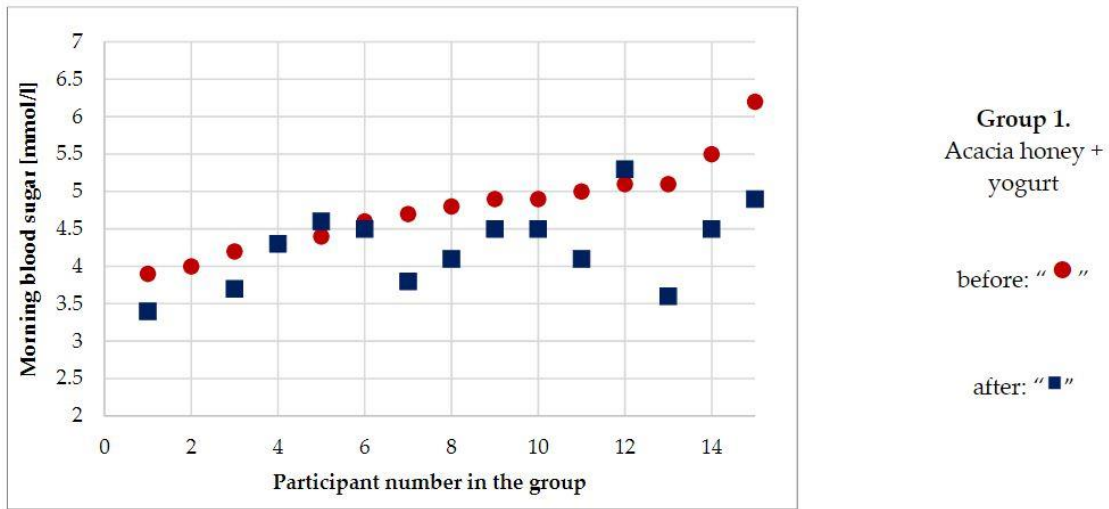
1. táblázat: A kiválasztott növényi kivonatok méze (pl. chlorella algaméz, homoktövisméz és zölddió méz) a kezelések előtt használt akácmézhez képest.

Mérési paraméter/ tápanyag	Egység	Akácméz (kontroll)	Chlorella Alga Méz	Homoktövis Méz	Zöld Dió Méz
Víztartalom	%(m/m)	19.2 ± 0.1 a	18.5 ± 0.1 b	18.6 ± 0.1 b	19.0 ± 0.1 c
Fruktóz + Glükóz	%(m/m)	64.7 ± 0.20 a	69.1 ± 0.20 b	65.9 ± 0.6 c	65.0 ± 0.6 ac
Fruktóz	%(m/m)	34.9 ± 0.4 a	35.4 ± 0.5 a	41.0 ± 0.4 b	36.2 ± 0.2 c
Glükóz	%(m/m)	29.8 ± 0.3 a	33.7 ± 0.4 b	24.9 ± 0.3 c	28.8 ± 0.3 d
Szabad Savtartalom	mmol L ⁻¹	23.5 ± 0.4 a	37.5 ± 0.6 b	75.6 ± 0.4 c	45.3 ± 0.2 d
HMF Tartalom	mg kg ⁻¹	1.73 ± 0.20 a	55.6 ± 2.0 b	42.3 ± 2.0 c	4.88 ± 0.3 d
Diasztáz aktivitás	Goethe szám	6.07 ± 0.10 a	4.17 ± 0.12 b	<4.0 c	8.68 ± 0.1 d
Bór (B)	mg kg ⁻¹	3.12 ± 0.20 a	2.14 ± 0.23 b	0.71 ± 0.12 c	2.09 ± 0.19 d
Kalcium (Ca)	mg kg ⁻¹	62.8 ± 2.9 a	125 ± 13 b	131 ± 13 b	120 ± 26 b
Réz (Cu)	mg kg ⁻¹	0.45 ± 0.11 ab	0.46 ± 0.03 a	0.36 ± 0.02 b	0.56 ± 0.09 a
Vas (Fe)	mg kg ⁻¹	<0.10 a	0.68 ± 0.11 b	1.60 ± 0.15 c	1.28 ± 0.04 d
Jód (I)	mg kg ⁻¹	<0.10 a	<0.10 a	310 ± 10 b	<0.10 a
Kálium (K)	mg kg ⁻¹	142 ± 9.0 a	415 ± 8.0 b	428 ± 41 b	321 ± 8.0 c
Magnézium (Mg)	mg kg ⁻¹	2.75 ± 0.05 a	15.7 ± 0.1 b	27.0 ± 1.7 c	15.5 ± 0.7 b
Nátrium (Na)	mg kg ⁻¹	14.0 ± 1.6 a	55.4 ± 2.1 b	49.6 ± 3.1 c	51.9 ± 4.6 bc
Foszfor (P)	mg kg ⁻¹	68.5 ± 4.9 a	113 ± 3 b	79.9 ± 6.4 a	89.6 ± 0.7 c
Kén (S)	mg kg ⁻¹	19.0 ± 1.5 a	38.2 ± 0.4 b	36.8 ± 1.9 b	38.7 ± 0.5 b
Cink (Zn)	mg kg ⁻¹	0.86 ± 0.04 a	1.53 ± 0.12 b	3.55 ± 0.25 c	2.39 ± 0.25 d

Rövidítés: Hidroxi-metil-furfurol (HMF). Az a–d betűk a Duncan-teszt eredményét mutatják. Az azonos betűk azt jelentik, hogy nincs jelentős különbség a sorban lévő számok között.

A statisztikai elemzés alapján a vizsgált mézcsoporthoz esetében szignifikáns csökkenés a reggeli vércukorszintet a diós csoportban figyelték meg (4) (2. ábra), míg a 2-es (zöld alga) és a 3-as csoport (homoktövis) nem mutatott szignifikáns különbséget, bár a négy csoportban ugyanolyan alacsonyabb volt a reggeli vércukorszint (kevesebb, mint 6).

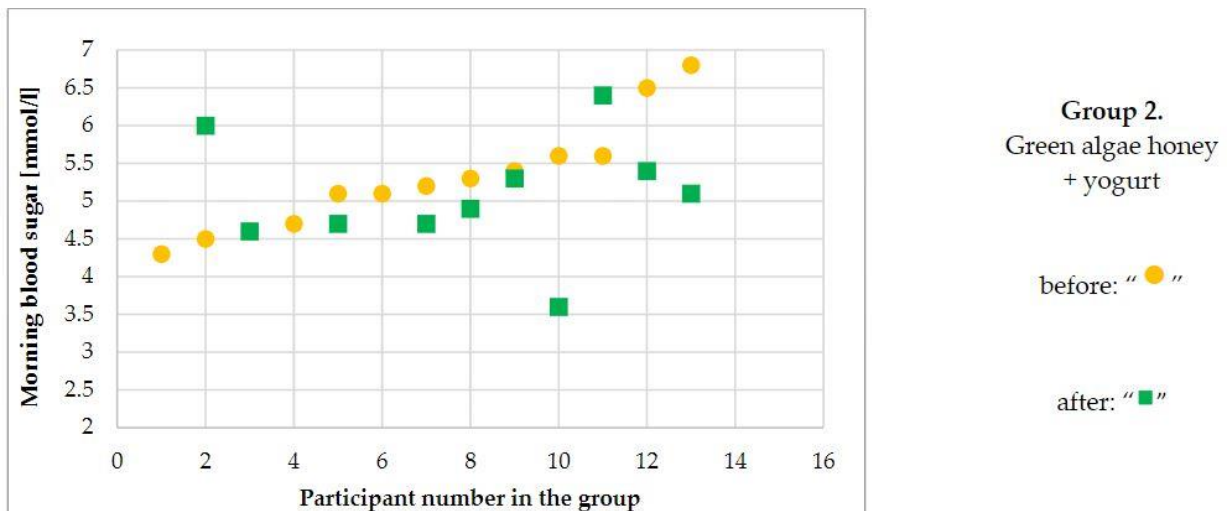
A 4. csoportot illetően a reggeli vércukor értékei az önkénteseknél a kezelések előtt 4,8 és 3,7 mmol L¹et tartalmaztak a kezelés után, amint azt a 2. ábra mutatja. Az adatok növekvő sorrendben kerültek bemutatásra a 3. ábrán, ahol a bemutatott értékeket számítottuk ki a vizsgálat 21. napján mért reggeli vércukorérték kivonásával a vizsgálat 0. napján mért értékből. Szinte minden résztvevőnek alacsonyabb volt a vércukorszintje. Az átlagos csökkenés mértéke 22,45% volt a dió csoportjában, azaz 1,07 mmol L¹, a maximum pedig 2,5 mmol L¹ (6,3–3,8 mmol L¹) volt.-



Bal oldal: Reggeli vércukorszint

Jobb oldal: 1. Csoport / Akácméz + joghurt / előtte (piros) / utána (kék)

Alul: Résztvevők száma a csoportban



Bal oldal: Reggeli vércukorszint

Jobb oldal: 2. Csoport / Zöld Alga méz + joghurt / előtte (sárga) / utána (zöld)

Alul: Résztvevők száma a csoportban

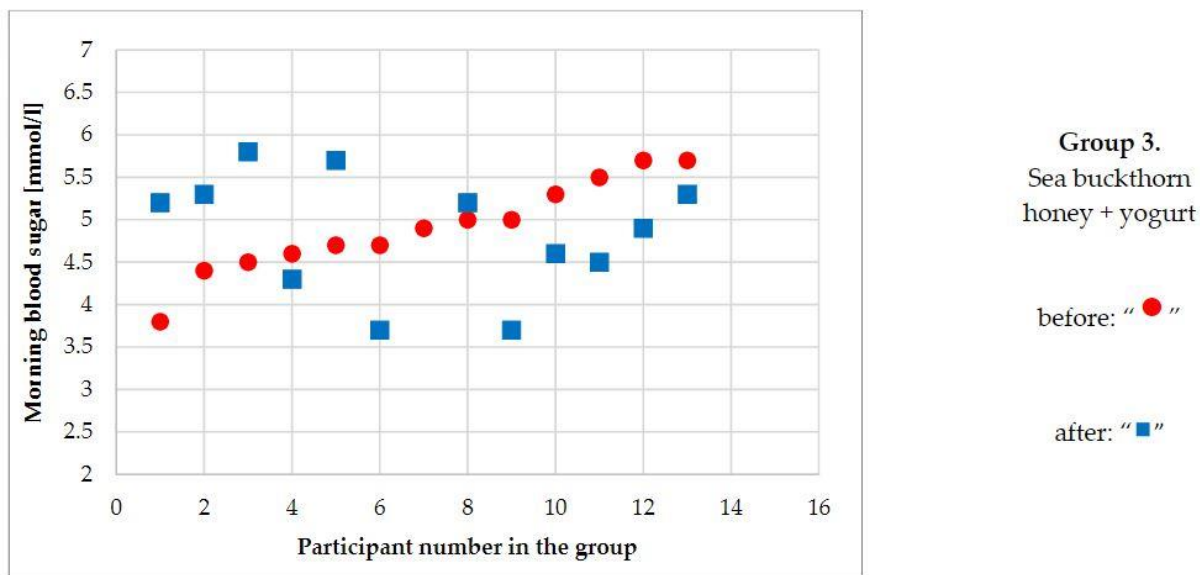
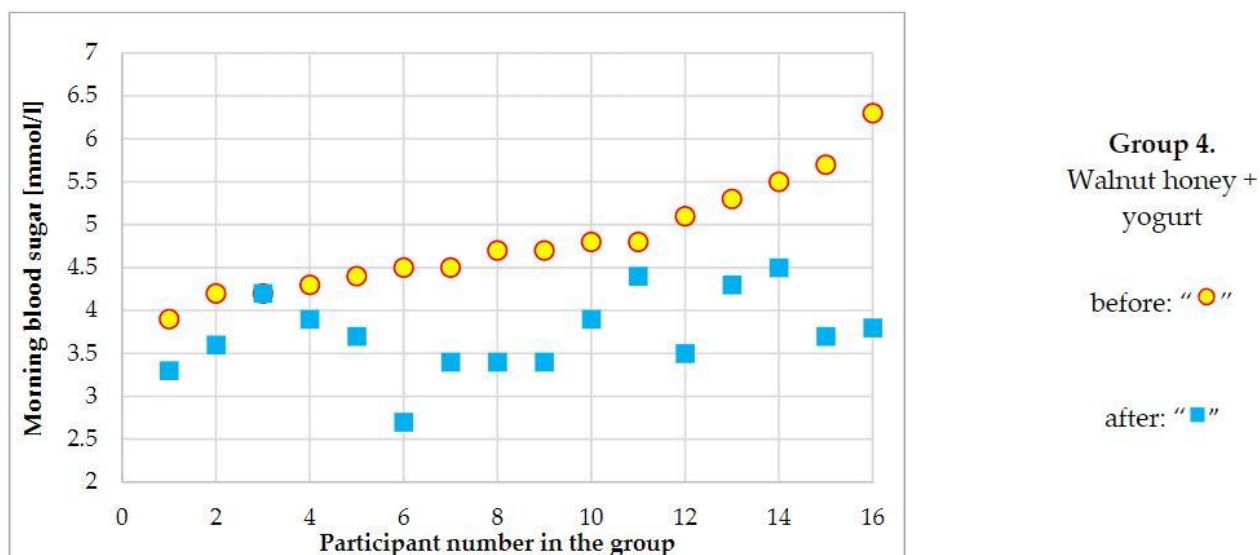


Figure 1. Cont.

Bal oldal: Reggeli vércukorszint

Jobb oldal: 3. Csoport / Homoktövis méz + joghurt / előtte (piros) / utána (kék)

Alul: Résztevők száma a csoportban

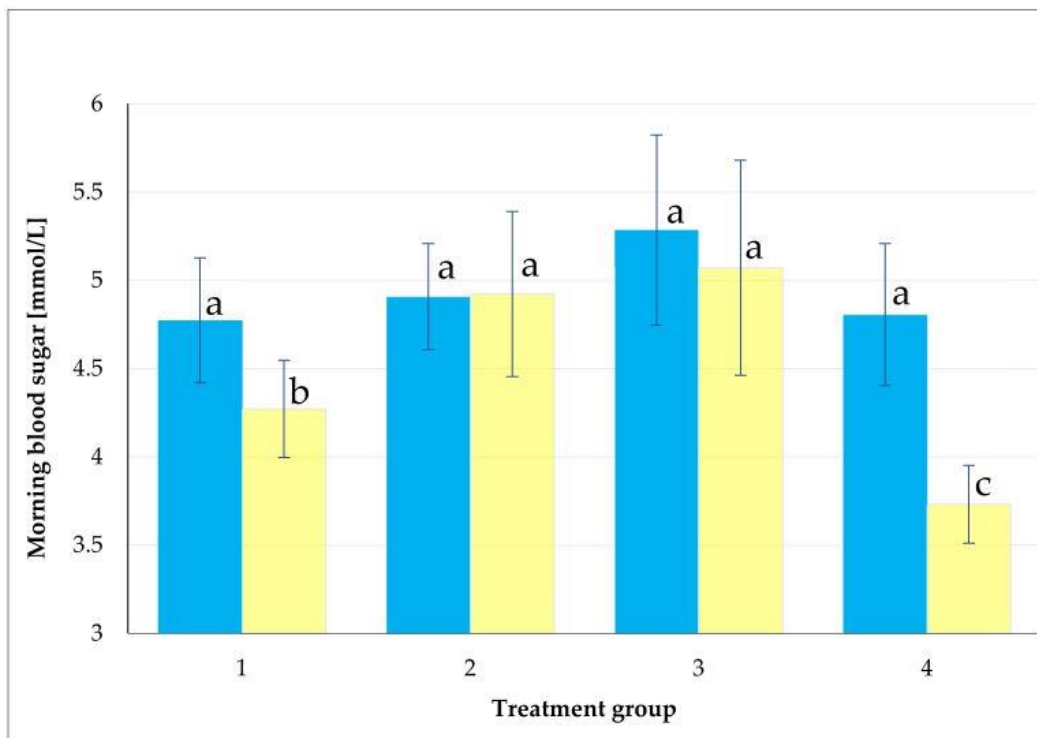


Bal oldal: Reggeli vércukorszint

Jobb oldal: 4. Csoport / Dióméz + joghurt / előtte (sárga) / utána (kék)

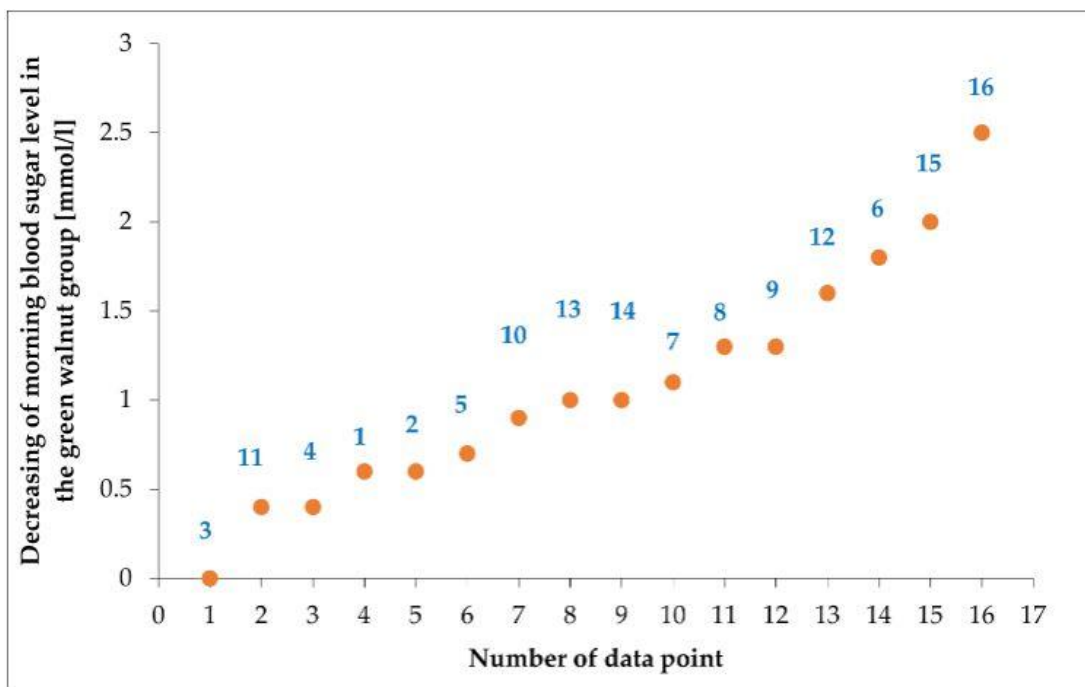
Alul: Résztevők száma a csoportban

1. ábra Az egyes résztvevők vércukorszintje a klinikai vizsgálat négy kezelési csoportjában a vizsgálat előtt (0. nap) és után (21. nap). A résztvevők 30 grammnyi mézet kaptak négy különböző termékből 150 g joghurtban 21 napon keresztül. Néhány önkéntest kizártak a vizsgálatból az első, a második és a harmadik csoportból, mert egyikőjüknek magas volt a kezdeti vércukorszintje, a többiek pedig visszavonták részvételüket a vizsgálatban. A negyedik csoportban az összes résztvevő a vizsgálat kezdetétől a végéig részt vett.



Bal oldalt: Reggeli vércukorszint
 Alul: Kezelési csoport

2. ábra A résztvevők reggeli vércukorszintjének átlagértékei a humán klinikai vizsgálat előtt (kék oszlop) és után (sárga oszlop). A kezelési csoportok a következő összetevőket tartalmazták (1) csoport: akácméz + joghurt; (2) csoport: zöld alga méz + joghurt; (3) csoport: homoktövis méz + joghurt; és (4) csoport: dió méz + joghurt. A résztvevők 30 g mézterméket kaptak 150 g joghurtban 21 napon keresztül. A vérmintákat a 21 napos vizsgálat előtt és után vették. Ugyanazok a betűk azt jelentik, hogy az értékek 5%-nál nem szignifikánsak.



Bal oldal: Reggeli vércukorszint csökkenése a zöld dió csoportban
 Alul: Adatpontok száma

3. ábra: A reggeli vércukorértékek csökkenése a 4. kezelési csoportba tartozó önkéntesek vérében. Az adatokat növekvő sorrendben tüntettük fel és a reggeli vér kivonásával számítottuk ki a vizsgálat 21. napján mért cukorértékből a vizsgálat 0. napján mért értékből számítva.

3. Diszkusszió

Ez a tanulmány szabadalmaztatott eljárással rendelkezik, amely nem pusztán a méhcsaládok táplálását jelenti cukorral/cukorsziruppal a meddő időszakban (amikor a természetes méhlegelők nem biztosítanak elegendő táplálékot), a méhek etetésére speciális gyógynövényeket vagy immunerősítő természetes növényi vagy ásványi hatóanyaggal rendelkező összetevőket használtunk. Ezek a természetes hatóanyagok előnyös hatással vannak a méhekre, beleürülnek a mézbe, ezáltal jótékony hatással van az emberekre is ezen méz fogyasztása, valamint immunerősítő és számos jótékony élettani hatással jár.

Ez a tanulmány azt is megerősítette, hogy a méz fogyasztható joghurttal 'mézzel dúsított funkcionális joghurt'-ként. Ezeket a preventív méztermékeket méhek által termelt funkcionális táplálékká lehetne fejleszteni mivel a bennük lévő aktív komponensek száma jelentősen meghaladhatja a természetes mézfajták hasznos összetevőit. A méz „célzott termelése” szabályozható volt annak érdekében, hogy speciális hatóanyagokkal dúsítható legyen. Az összetevőknek a méhek etetésén keresztüli mézbe történő bedolgozásával, bizonyos gyógynövényekkel, úgy mint [39], menta, fahéj és növényi kivonatokkal például kamilla [40], vagy *Spirulina platensis* kivonattal történő etetéssel a méz antioxidánsok és fenolok tartalmának növelése érdekében. [38].

Ezt a stratégiát alkalmazva három természetes növényi kivonat került kiválasztásra ebben a vizsgálatban a hatóanyagokban gazdag méz előállításához, amelyek segítenek a méhek és az emberek egészségének megőrzésében is. Ez gazdaságossá és versenyképessé teszi a mézterméket más hagyományos módszerekhez képest, amelyekben a hatóanyagokat természetes forrásból dolgozzák fel. Így analitikai vizsgálatok alapján megállapították, hogy a gyógynövényben kimutatható fiziológiailag előnyös hatóanyagcsoportok körülbelül 80%-a átkerül a cukorszirupba, és a méhek által történő átalakítás után a mézszerű méhészeti termékbe. Sürgősen szükség van tehát a méhek táplálási folyamatának ellenőrzésére, mint hatékony módszer a méz bioaktív anyagokkal való gazdagítására olyan kívánt növényi összetevőkkel, ami természetes gyógynövények felhasználásával érhető el. Ez a módszer a kreatív és innovatív módja a bioaktív vegyületekben gazdag méhészeti termékek előállításának a legújabb tanulmányok szerint (pl. [41–44]). Ezek a bioaktív vegyületek elsősorban a növények fajtáitól függenek, mint például a kumarin, a *Melilotus officinalis* virágainak [42] vagy szabadalmaztatott gyógynövénykivonatának [44] felhasználása esetén. Ez a jelenlegi tanulmány egy új és szabadalmaztatott technológia, kulcsfontosságú új megoldásként a méhészek támogatásában és a méhek etetésében az ismert tartósítószeret használó méhészeti technológiákkal szemben.

A humán diétákban alkalmazott bioaktív összetevőkben gazdag joghurt előállítása fontos megközelítés az élelmiszer-termelés területén, amint azt számos tanulmányból is megtudhatjuk, melyekben *Nyctanthes arbor-tristis* L. virágkivonatot [45], édesköménymag kivonatot [46] szerezsendiót, fehér és fekete borsot használnak [47]. Ezen vizsgálatokban különböző dúsítási eljárásokat alkalmaznak annak érdekében, hogy természetes gyógynövényekből származó bioaktív vegyületekben gazdag joghurtot állítsanak elő a joghurt táplálkozási és egészségügyi előnyeinek minél jobb kiaknázása érdekében.

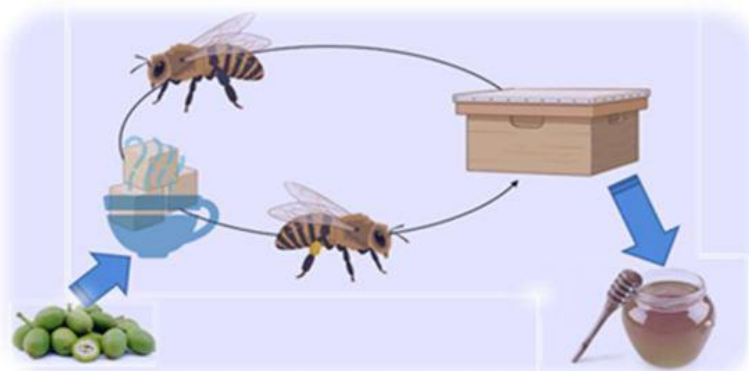
A jelenlegi tanulmányban a joghurtot azzal a mézzel dúsították, amelyet az éppen táplálékiszegény időszakban készítettek a méhek három természetes növény kivonatával dúsítva (zöld alga, homoktövis, és zöld dió, akác kontrollcsoport mellett) a cukorbetegség kezelésére. Az egyes csoportok számára készült mézzel dúsított joghurt mindegyik természetes növényi kivonat esetében külön tárgyalható. Ami az akácmézet illeti, nagyon gyakori és kiváló minőségű Magyarországon az olajos magvak, a repce és a napraforgó mellett.

Magyarország az Európai Unióban az egyik legnagyobb méztermelőnek számít [48,49]. A mostani vizsgálatban az akácnak volt az egyéb növényi kivonatokból származó mézek közül a legmagasabb víztartalma (19,2%), de a legalacsonyabb hidroximetil-furfurol (HMF) tartalma. 1,73 mg kg. és fruktóz + glükóz tartalom 64,7% jellemezte, valamint az alábbi tápanyagok legalacsonyabb értékei (mg kg-ban): kalcium (62,8), kálium (142), nátrium (14), foszfor (68,5), kén (19), és cink (0,86), más kezelésekhez képest.

A méz és a cukorbetegség közötti kapcsolatról számos jelentés napvilágot látott, a méz cukorbetegség elleni hatását olyan kutatók is megerősítették, mint például Sharma és munkatársai. [8]. Ők beszámoltak a méz hatásmechanizmusáról (antibiotikus hatás), amely magában foglalja a hasnyálmirigy Béta sejtjei aktivitásának szabályozását valamint a kapcsolódó hormonális, vese, máj, szem, bél, idegek, bélrendszer, izom és érrendszer, antioxidáns, antimikrobiális, vérnyomáscsökkentő, gyulladáscsökkentő, immunmoduláló, sebgyógyító, hipolipidémiás, hipoglikémiás, és táplálkozási hatásokat. A méznek alacsony a glikémiás indexe a főbb cukrok miatt, beleértve a fruktóz és glükóz, magas aminosav-, ásványianyag- és enzimtartalma mellett a fenolos vegyületek és vitaminok tartalmát, amelyek a méztől függően kezelhetik a cukorbetegséget a termék forrásától, összetételétől és beadott dózistól függően [8,50].

A chlorella algákban rejlő mikroalgák hatalmas potenciálja bebizonyosodott a lakosság fenntartható élelmiszer ellátási szükségleteinek a kielégítésére a jelentős fitoanyagok és/vagy bioaktív fitonutriensek, lipid-, karotinoid- és fehérjetartalom miatt [28,29,51]. Számos tanulmány számolt be a mikroalgák potenciálisan terápiás felhasználásáról és azokban történő alkalmazásáról (például [52]), beleértve a cukorbetegség kezelését is [53]. A Chlorella alga, mint egysejtű mikroalga, a népszerű ételek közé tartozik a különböző országokban, különösen Kelet-Ázsiában (pl. Kína, Korea, Indonézia, Japán és Tajvan), mivel magas tápértéke miatt viszonylag teljes értékű élelmiszer [54]. Jelen tanulmány szerint a zöldalgák szerepe a vércukorszint csökkentésében nem volt jelentős, amint a 4. ábrán láthatjuk.

A homoktövis az Elaeagnaceae családjába tartozik, bogyói csökkentik számos humán betegség, például a szív- és érrendszeri betegségek kockázatát [55]. Ez a növény cukorbetegség elleni szerként is kiemelkedő potenciállal rendelkezik a vércukorszint csökkentésében glikémiás kontrolláló hatásán keresztül [32,56]. Humán kísérletekben 40 g szárított homoktöviset alkalmazva 200 g joghurtban 50 g glükóz mellett elnyomja a csúcs inzulinválaszt és stabilizálja a posztprandiális (étkezés utáni) hiperglikémiát [32]. Ez a növény számos bioaktív vegyületben is gazdag beleértve a flavonoidokat és a zsírsav oldódó vitaminokat, mint az A, E és K [32]. Habár, a homoktövis szerepét a vércukorszint csökkentésében számos tanulmány igazolta (pl. [32,55]), a jelenlegi vizsgálat nem mutatott ki szignifikáns különbséget az alkalmazás előtt és után a homoktövis-kivonattal táplált méhek mézével dúsított joghurt alkalmazásának esetében (4. ábra).



4. ábra: A mézes joghurt előállításának különböző lépései a klinikai vizsgálathoz. Először is a zöld diót összegyűjtöttük (felső fotók), kiválasztottuk a kívánt részt a méhek etetésére szolgáló szirup elkészítéséhez (középső képek). A zöld dióból való méz előállítása után összekeverték a joghurttal a gyári csomagolási eljárás során (alsó képek).

A zöld diók a fiatal vagy éretlen diók közül lettek válogatva, mert ilyenkor még nem allergén, magas a vas-, tannin- és C-vitamin tartalma (magasabb a narancsénál), valamint rendkívül gazdag fenolvegyületekben. A diós gyümölcsök sokféle tápanyagot biztosíthatnak beleértve a vitaminokat (E, B3, B9, B6 stb.), ásványi anyagokat (Ca, Mg, K stb.) és sok más bioaktív vegyületet, például antioxidánsokat, fitoszterolokat és fenolos vegyületeket [57]. Ezt a növényt kozmetikai, gyógyszerészeti és mezőgazdasági termékekhez is felhasználják, amely magában foglalja a zöld magvakat, héjat, kérget, leveleket, és belsejét is mivel nagyon gazdag forrása az aszkorbinsavnak, a fenoloknak és tokoferoloknak [58].

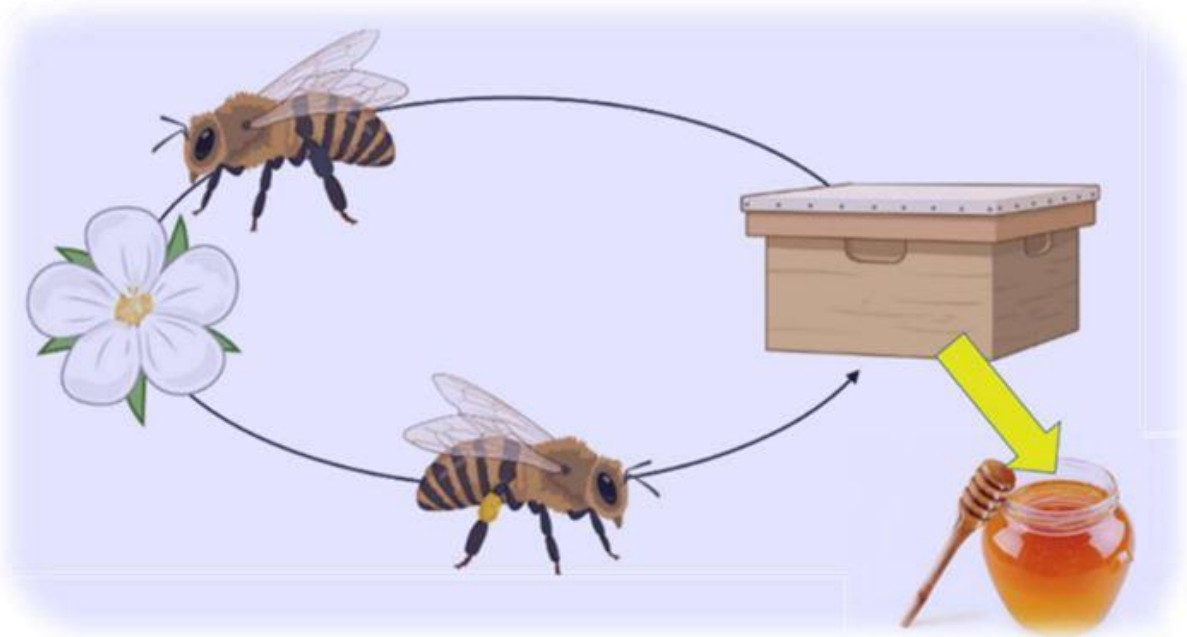
A diónak, mint hipoglikémiás gyógynövény, vércukorszint-csökkentő hatása van diabétesz mellitusz esetén, ami korábban megerősítést nyert dió magvak [59] és levelek [58] használatával a fenolos vegyületek és a zsírsavtartalom hatásai miatt.

A jelenlegi tanulmányban a zöld dióméz éles, jelentős hatását figyelték meg az emberi vércukorszint csökkentésében (4. ábra). A regisztrált átlagos vércukorszint az elején a dió csoportban 6,3 mmol L⁻¹ volt, ami 3,8 mmol L⁻¹-re csökkent a 21 napos kezelés után. A csökkenés szintje egyénenként 2,5 mmol L⁻¹ volt (ez 39,7%-os arány), ami a legmagasabb vércukorszint-csökkenés az összes többi kezeléshez képest (Akác-, Homoktövis- és Chlorella alga mézcsoporthoz). A legkiemelkedőbb paraméter a zölddió mézben a HMF-tartalom, ami a legalacsonyabb érték volt (4,88 mg kg/kg) a többi kezeléshez képest (második és harmadik csoport). A HMF értéket a méz minősége fontos mutatójának tartják Shapla et al. [60].

4. Anyagok és módszerek

4.1. Növényi kivonatok készítése mézelő méhek etetésére

A mézelő méhek etetéséhez három különböző növényi kivonat szirupját adták hozzá, majd ezt követően az ebből nyert mézzel dúsították a joghurtot az emberi vércukorszint csökkentésére. Akác volt a kontrollméz (Akác penninervis L.) külön etetési kritérium nélkül, amely a berettyóújfalui Veres Ferenc őstermelőtől érkezett a Nyírségből, Mándok város (Magyarország) határából. A három növényi kivonat Magyarország különböző helyeiről származott az alábbiak szerint: (1) Zöldalga vagy Chlorella alga (*Chlorella* sp.) az Albitech Kft-től (Budapest, Magyarország), (2) Homoktövis (*Hippophae rhamnoides* L.) Orbán Fruzsina biokertjéből (Debrecen), és (3) Zölddió (*Juglans regia* L.) Sáfian János méhészből (Debrecen, Magyarország). Alapvető információk a felhasznált növényi kivonatokról az 1. táblázatban találhatóak. A korábban említett kivonatok kerültek felhasználásra takarmányszirupok készítéséhez, amelyek a következő eljárással készültek, majd első lépésként etetéshez lettek felhasználva a mézkészítési eljárásban (4. és 5. ábra).



5. ábra A méztermelés hagyományos módja azzal kezdődik, hogy a méhek felkeresik a növények virágait, hogy onnan gyűjtsék össze a nektárt. Miután a nektárt kivonták a virágokból, a méhek enzimeket használnak az emésztéshez, majd a nektárt egyszerűbb vegyületekké, főleg fruktózzá és glükózzá alakítják és a hasüregükben tárolják.

A méztermelés hagyományos módja azzal kezdődik, hogy a méhek felkeresik a növények virágait, hogy onnan gyűjtsék össze a nektárt. Miután a nektárt kivonták a virágokból, a méhek enzimeket használnak az emésztéshez, majd a nektárt egyszerűbb vegyületekké, főleg fruktózzá és glükózzá alakítják és a hasüregükben tárolják.

A szirupkészítés általános elve az volt, hogy a növényi alapanyagot ötször annyi cukorral keverték össze. Ésszerű mennyiségű víz került még a cukor-növény keverékhez. A cukor végső koncentrációja kb 50% a szirupban; a pontos mennyiséget a szirup sűrűsége határozta meg. A sűrűségnek és a pH-nak fontos szerepe van a szirupban. Hosszú évek tapasztalatai alapján a méhészek 1,23 g cm⁻³ sűrűségű értéket javasolnak.

Ha magasabb, akkor a méh nehézségekbe ütközik a szirup felvétele során, ha alacsonyabb, akkor az erjedés lesz nagyon intenzív, ami megváltoztatja a pH-t, és a méhek hajlamosabbak elkerülni. A pH szabályozható részlegesen erjesztett sziruppal is szükség esetén. A feltalálók teszteltek, gyártottak és forgalmaztak több mint 10 különböző növényi kivonat alapú mézet. A három kiválasztott termék a fogyasztói elégedettség és a méhészek tapasztalatai alapján kerültek kiválasztásra. Ha az ilyen típusú szirupokat előnyben részesítenék a méhek, akkor lehetséges lenne növelni a termelési értékeket. A végtermékek értékesítése a legjobb a piacon és ezek jártak a legmagasabb fogyasztói elégedettséggel.

A szirup adagolásához speciális etetési technikát alkalmaztak. Egy lezárt vékony polietilén (PE) zacskót megtöltöttek a sziruppal és a kaptár teteje alá helyezték. A méh szívókája behatol a PE zsákba, miáltal kiszívhatja a szirupot. A zacskó légmentesen zárható, szigetelt, tömege könnyen mérhető. Ezzel a módszerrel elkerülhetőek a fertőzések és a szirup szennyeződése is.

4.2 A joghurt termékek előállítása

A hőkezelt technológiával beoltott joghurtot az öregedési tartályból egy műanyag vödörbe tették. Az alapanyag mennyiségének meghatározása után a kimért mézet és a méhészeti termékeket adták hozzá. Homogenizálás után az összekevert félkész terméket öntötték a főzőpohár ballaszttartályába. A terméket ezután egy műanyag pohárba adagolták a kör alakú adagológépben, hegesztett alumíniumfóliával lezárták, és egy 20 darabot tartalmazó gyűjtőtálcába gyűjtötték. Az így csomagolt mintát hűtőszekrényben érlelték 24 órán át 4-6 °C-on ((6. ábra) példa a zölddióméz készítésére). A polisztirol hűtőszekrény fagyasztólancát kiterjesztették a Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Központi Kórházban és az Egyetemi Oktatókórházban (Miskolc, Magyarország) végzett humán klinikai vizsgálatok helyszínére. A 2. táblázatban szereplő paraméterek módszertanát illetően az alapvető paramétereket, köztük a víztartalmat, a fruktóz+glükózt, a fruktózt, a glükózt, a szabad savtartalmat, a HMF-tartalmat és a diasztáz-aktivitást a Nemzetközi Mézbizottság szabványos módszerei szerint határoztuk meg [61], míg a tápanyag-koncentrációk (pl.: a fruktóz + glükóz, fruktóz, glükóz, HMF-tartalom és diasztáz-aktivitás) meghatározását a Nemzetközi Mézbizottság szabványos módszerei szerint végeztük, bór, kalcium, réz, vas, kálium, magnézium, nátrium, foszfor, kén és cink) meghatározását ICP-OES (induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrométer) (Thermo Scientific iCAP 6300, Cambridge, Egyesült Királyság) módszerrel végeztük Czipa és munkatársai szerint [62].

2. Táblázat. Alapvető információk a méztermelésre szánt szirup elkészítéséről az egyes csoportokban.

Tétel részletesen	Zöld algák csoportja	Homoktövis csoport	Zöld diófa csoport
Szirup készítése	Víz és cukor	Víz és cukor	Víz és cukor
- Teljes térfogat †	50 L	24 L	400 L
- Kivonat, kg vagy L	15 L	8 kg	40 kg
Etetési arány	5 l/nap	2 l/nap	5 l/nap
Etetési időszak	8 nap	12 nap	20 nap
Szirup sűrűsége	1,20 kg L-1	1,25 kg L-1	1,20 kg L-1 1,20 kg L-1
Szirup pH-értéke (indítás)	5,8	4,3	4,6
Szirup pH (vége)	5,2	3,9	3,9

Megjegyzések: † etetési arány méhcsaládonként.



6. Ábra. Az egyes vizsgált csoportokhoz tartozó klinikai termékekben a vizsgált mézek közé tartozik (1) az akác, (2) a klorella alga, (3) a homoktövis és (4) a zöld dió.

4.3. A humán vizsgálat jegyzőkönyve

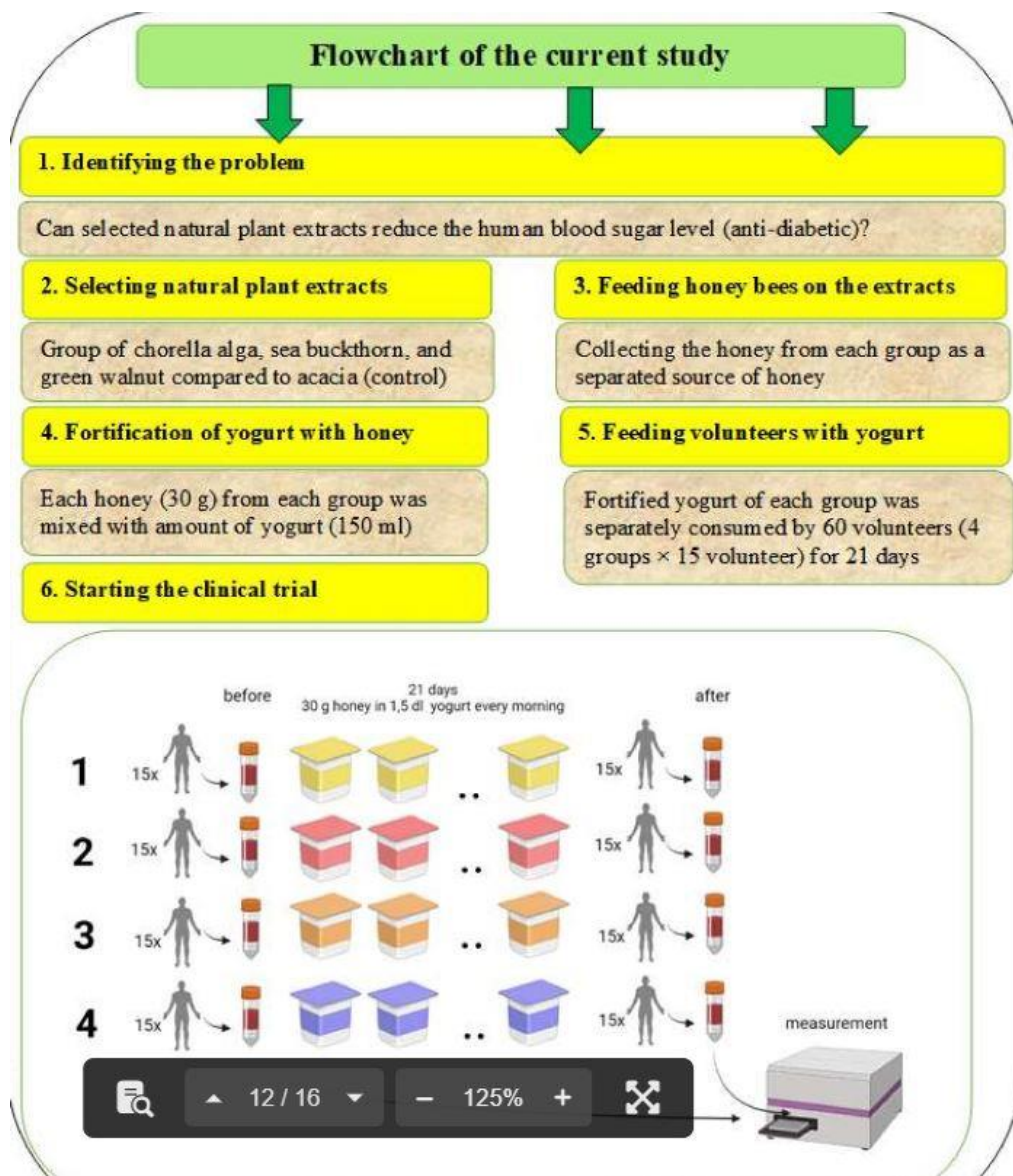
A klinikai vizsgálatban összesen 60, 24-55 év közötti résztvevő vett részt, akiknek 30%-a férfi és 70%-a nő volt, és négy csoportra osztották őket, mindegyik csoportban 15 különálló (nem ismételt) résztvevővel. A résztvevőket az alábbi kritériumok alapján választották ki, és egy folyamatára (3. táblázat) alapján ismételten követték őket. A kiválasztási kritériumokat a következő pontok alapján végezték: aláírt beleegyező nyilatkozat és 18 év feletti egészséges férfi vagy női önkéntesek. A kizárási kritériumok a következők voltak: (1) stroke, súlyos cerebrovaszkuláris baleset, (2) akut szívinfarktus, (3) műtét hat hónapon belül, (4) terhesség vagy szoptatás, (5) daganatos betegség, (6) súlyos akut immunológiai vagy pulmonológiai betegség, (7) többszörös gyógyszerérzékenység, (8) ismert tejfehérje-allergia, laktóz-intolerancia, (9) cöliákia, gluténérzékeny enteropátia, Duhring-kór, (10) Crohn-betegség, fekélyes vastagbélgyulladás, (11) flo werpoder allergia, (12) pajzsmirigybetegség, és (13) cukorbetegség, magas vércukorszint. A jelen vizsgálat során elvégzett fő lépéseket a 7. ábra mutatja be.

3. táblázat. A jelen tanulmányban a résztvevők kiválasztásához használt fő kritériumok.

	Alaphelyzet	3 hét	3 hónap
Hozzájáruló nyilatkozat aláírása	✓		
Anamnézis, szomatikus állapot rögzítése	✓		✓
Vérnyomás, pulzusszám, testsúlykontroll	✓		✓
SF 36 kérdőív	✓		✓
EuroQol EQ-5D életminőségi kérdőív	✓		✓
EORTC QLQ-C30 kérdőív	✓		✓
Kulináris kérdőív			✓
Alvászavarok kimutatása	✓		✓
A vírusfertőzések kimutatása	✓	✓	✓

Megjegyzések: A résztvevők 21 napon keresztül naponta egyszer kaptak funkcionális joghurtot a következő méztermékcsoportokból: (1) zöld dió, (2) zöld alga, (3) homoktövis és (4) akác, mindegyik előző kivonatból 20 g-ot 150 ml természetes joghurtban.

A vizsgálat során a résztvevők folytatták korábbi normális életmódjukat. Nem kértünk tőlük semmilyen étrendi vagy életmódbeli változtatást. Megvizsgáltuk az általános paramétereket és az egészségügyi állapotukra vonatkozó feljegyzéseket. A vizsgálat végén a résztvevők kitöltöttek egy egyszerű kulináris kérdőívet a termék ízéről is.



Fordítás: (zölddel) **A jelenlegi tanulmány folyamatábrája**

1. A probléma azonosítása

A kiválasztott természetes növényi kivonatok csökkenthetik az emberi vércukorszintet (antidiabetikus)?

2. Természetes növényi kivonat kiválasztása

A chorella alga, a homoktövis és a zöld dió csoportja az akáchoz képest (kontroll)

3. A mézelő méhek etetése a kivonattal

Mézgyűjtés minden egyes csoporttól külön mézforrásként

4. Joghurt dúsítása mézzel

Minden mézet (30 g) minden csoportból összekeverték joghurtmennyiséggel (150 ml).

5. Önkéntesek etetése joghurttal

A dúsított joghurtot minden csoportban külön-külön 60 önkéntes (4 csoport x 15 önkéntes) fogyasztotta 21 napon keresztül.

6. A klinikai vizsgálat megkezdése

7. ábra. A tanulmány során már elvégzett fő lépések közé tartozik a klinikai vizsgálat. A vizsgált mézes termékeket joghurtban fogyasztották. A kezelés: (1) akácméz (mint kontroll), (2) klorellaalga méz, (3) homoktövis méz és (4) zölddió méz. Összesen 30 g mézterméket adtak 150 ml joghurthoz. Az önkéntesek 21 napon keresztül naponta csak egy joghurtos-mézes dobozt fogyasztottak, és a klinikai vizsgálat során a joghurtfogyasztás előtt és után vérmintát vettek. Nagyon fontos megjegyzés: Néhány önkéntest kizártak a vizsgálatból az alábbiak szerint: az első, második és harmadik csoportban egy, három, illetve egy önkéntes. Az egyiknek magas volt a kezdeti vércukorszintje, a többiek pedig lemondtak a kísérletben való részvételről, míg a negyedik csoportban az összes résztvevő a kezdetektől a végéig részt vett.

4.4. Mintavételezés

A vérmintákat szakképzett személyzet vette a vizsgálat 1. és 21. napján a sterilitási szabályok maximális betartásával; a vér biokémiai és hematológiai paramétereit az ADVIA Chemistry XPTSystem (Siemens Medical Solutions Inc., Malvern, PA, USA) segítségével mérték. A vérmintákat elemezték és a következő kémiai vizsgálatokat végezték el: IgGAM és IgE, Sysmex 1000 (Sysmex, Kobe City, Japán) a vérképhez, Adams A1c HA-8180V (Arkray, Kyoto City, Japán) aHgbA1c-hez, és Hydrasys (Sebia, Lisse, Franciaország) agaróz gélelektroforézis. E vizsgálat eredményei nem tartalmaztak ismétlést a jelentéses folyamatok során.

4.5. Etikai engedély

A klinikai vizsgálat egy kettős vak, randomizált, kontrollált nyomon követési kísérleti vizsgálat. A vizsgálatot az RKEB etikai bizottságának engedélyével kezdték meg és végezték el. Az etikai engedély száma IG-50-102/2019.

4.6. Statisztikai elemzések

A laboratóriumi eredményeket az SPSS statisztikai programmal (SPSS V22.0, New York, Egyesült Államok [63]) végzett varianciaanalízis t-próbával és egyirányú ANOVA-val értékelték.

5. Következtetések

A méz nagyon fontos funkcionális élelmiszer az emberi egészség szempontjából, mivel magas az antimikrobiális aktivitása, és számos orvosi kezelésre alkalmas, különösen a cukorbetegség kezelésére. A méz egy nagyon gyakori édesítőszer, amely számos élelmiszerhez, például joghurthoz adva felhasználható az emberi vércukorszint (glikémia) kezelésére és/vagy krónikus betegségek kezelésére. A négy természetes növényi kivonatból származó aktív vegyületekkel dúsított mézzel dúsított funkcionális joghurt előállítását volt e tanulmány első célja, mint új technológia. Ezt a dúsított joghurtot 60 cukorbetegben szenvedő résztvevő fogyasztotta 21 napon keresztül. A reggeli vércukorszintet a 21 nap alatt naponta mértük a 60 cukorbeteg résztvevőnél. A zöld dió növényi kivonat mutatta a legjobb eredményeket az emberi vércukorszint csökkentésében a többi kivonattal összehasonlítva. Az eredmények megerősítik a zölddió döntő szerepét a cukorbetegség kezelésében, mint egy előzetes humán vizsgálat, és ez az első jelentés, amely új technológiát tartalmaz. Ez a tanulmány számos új ablakot nyitott a joghurt és a méz felhasználásával történő étrenddúsítás új megközelítése felé. A természetes növényi kivonatokból származó bizonyos bioaktív összetevőkben gazdag "méz irányított előállításának" új megközelítése ígéretes új technológia, amely további tanulmányokat igényel. Milyen további kutatásokat kell folytatni a természetes növényi kivonatokkal táplált, joghurttal dúsított méz előállítása után? Mely bioaktív vegyületek lesznek dominánsak a különböző mézfajták felhasználásával? Milyen mértékben lesznek hasznosak ezek a bioaktív összetevők az alkalmazott növényi kivonatok magasabb koncentrációi mellett? Használható-e ez az új technológia a nanotápanyagok, például a nano Se bioerősítésére?

Kiegészítő anyagok: <https://www.mdpi.com/article/10.3390/plants11111391/s1>, S1 táblázat. Az önkéntesek alapvető vérparaméterei a klinikai vizsgálat kezdetén és végén az egyes vizsgált csoportok esetében. S2. táblázat. A 2. táblázatban szereplő valamennyi paraméter mérésére használt WHO kódok és módszerek, valamint a hozzájuk tartozó eszközök listája.

Szerzői hozzájárulások: J.P.: koncepcióalkotás, a kísérletek tervezése, a klinikai vizsgálat felügyelete és értékelése; H.E.: a klinikai vizsgálatban való részvétel. R.: írás-eredeti tervezet elkészítése és az adatok kiértékelése; L.D.: koncepcióalkotás, a vizsgált méz- és joghurtminták előállításának és az új mézgyártási technológia kidolgozása; É.N.: a mézminták mérése, az élelmiszerminták előkészítése és csomagolása a klinikai vizsgálathoz; K.B.: a kézirat megírása és az adatok elemzése; A.K.: az élelmiszerminták mérése; A.M.S.: a mézminták mérése; I.G.: a vérminták mérése; C.O.: a klinikai vizsgálat felügyelete és végrehajtása. Minden szerző elolvasta és elfogadta a kézirat publikált változatát.

Finanszírozás: A kutatás az EU támogatásával és az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósult meg a GINOP -2.1.7-15-2016-00723 "Egy új, innovatív méhészeti termékcsalád prototípusának kifejlesztése és egészségvédő hatásának vizsgálata" című projekt keretében. A kutatást a Stipendium Hungaricum Ösztöndíjprogram (SH ID:140993) támogatta. Ezt a munkát/közzétételt az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 projekt támogatta. A projektet az Európai Unió és az Európai Szociális Alap társfinanszírozza.

Intézményi felülvizsgálati bizottság nyilatkozata: Az etikai engedély száma IG-50-102/2019.

Összeférhetetlenség: A szerzők nem jelentenek összeférhetetlenséget.

Hivatkozások

1. Saeedi, P.; Petersohn, I.; Salpea, P.; Malanda, B.; Karuranga, S.; Unwin, N.; Colagiuri, S.; Guariguata, L.; Motala, A.A.; Ogurtsova, K.; et al. Globális és regionális diabétesz-prevalencia becslések 2019-re és előrejelzések 2030-ra és 2045-re: a Nemzetközi Diabétesz Szövetség diabétesz atlaszának eredményei, 9. kiadás. *Diabetes Res. Clin. Pract.* 2019, 157, 107843. [CrossRef] [PubMed]
2. IDF Diabetes Atlas. Online elérhető: <https://Diabetesatlas.org/> (hozzáférés: 2022. március 28.).
3. Tripathy, B.; Sahoo, N.; Sahoo, S.K. Trendek a cukorbetegség kezelésében, különös tekintettel a gyógynövényekre: Gyógynövénygyógyászati készítmények: Haladás és kezelés. *Biocatal. Agric. Biotechnol.* 2021, 33, 102014. [CrossRef] [PubMed]
4. Alkhatib, A.; Tsang, C.; Tiss, A.; Bahorun, T.; Arefanian, H.; Barake, R.; Khadir, A.; Tuomilehto, J. Funkcionális élelmiszerek és életmód-megközelítések a cukorbetegség megelőzésére és kezelésére. *Tápanyagok* 2017, 9, 1310. [CrossRef]
5. Bobiș, O.; Dezmiorean, D.S.; Moise, A.R. Méz és cukorbetegség: A természetes egyszerű cukrok jelentősége az étrendben a különböző típusú cukorbetegségek megelőzésében és kezelésében. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2018, 2018, 4757893. [CrossRef]
6. Peixoto Araujo, N.M.; Arruda, H.S.; de Paulo Farias, D.; Molina, G.; Pereira, G.A.; Pastore, G.M. Az Eugenia nemzetség növényei mint ígéretes terápiás szerek a cukorbetegség kezelésében: Egy Áttekintés *Food Res. Int.* 2021, 142, 110182. [CrossRef]
7. Alqathama, A.; Alluhiabi, G.; Baghdadi, H.; Aljahani, L.; Khan, O.; Jabal, S.; Makkawi, S.; Alhomoud, F. Gyógynövénygyógyászat a II. típusú cukorbetegség és orvosok szemszögéből: Mi a kapcsolat? *BMC Complement. Med. Ther.* 2020, 20, 65. [CrossRef] [PubMed]
8. Sharma, R.; Martins, N.; Chaudhary, A.; Garg, N.; Sharma, V.; Kuca, K.; Nepovimova, E.; Tuli, H.S.; Bishayee, A.; Chaudhary, A.; et al. A méz kiegészítő alkalmazása cukorbetegségben: Konszenzus vagy talány? *Trends Food Sci. Technol.* 2020, 106, 254-274. [CrossRef]
9. Nikhat, S.; Fazil, M. A méz története, fitokémiája, kísérleti farmakológiája és klinikai felhasználása: Átfogó áttekintés, különös tekintettel az Unani orvoslásra. *J. Ethnopharmacol.* 2022, 282, 114614. [CrossRef]

10. Majtan, J.; Bucekova, M.; Kafantaris, I.; Szweda, P.; Hammer, K.; Mossialos, D. Méz antibakteriális aktivitás: A méz minőségbiztosítása a méz minőségbiztosítása mint funkcionális élelmiszer (A méz minőségbiztosításának elhanyagolt aspektusa, mint funkcionális élelmiszer). *Trends Food Sci. Technol.* 2021, 118, 870-886. [CrossRef]
11. Meo, S.A.; Ansari, M.J.; Sattar, K.; Chaudhary, H.U.; Hajjar, W.; Alasiri, S. Honey and Diabetes Mellitus: A méz: Akadályok és Kihívások-javítandó út. *Saudi J. Biol. Sci.* 2017, 24, 1030-1033. [CrossRef]
12. Erejuwa, O.O. Méz: Profil és jellemzők: Alkalmazások a cukorbetegségben. In *Bioactive Food as Dietary Interventions for Diabetes*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2019; pp. 461-494. ISBN 978-0-12-813822-9.
13. Sadeghi, F.; Salehi, S.; Kohanmoo, A.; Akhlaghi, M. A természetes méz hatása a 2. típusú cukorbetegség glikémiás kontrolljára és antropometriai méréseire: Véletlenszerű, kontrollált keresztirányú vizsgálat. *Int. J. Prev. Med.* 2019, 10, 3. [CrossRef] [PubMed]
14. Salla, H.R.; Al Habsi, F.S.; Al dholi, H.M.; Al musallami, S.T.; Al Sharji, W.H. Összehasonlító tanulmány az ománi méz és a különböző étrend-kiegészítők szerepéről a cukorbetegség és a sebgyógyulás terén. *J. King Saud Univ. Sci.* 2020, 32, 2122-2128. [CrossRef]
15. Zamanian, M.; Azizi-Soleiman, F. Méz és a glikémiás kontroll: Egy szisztematikus áttekintés. *Pharma Nutrition* 2020, 11, 100180. [CrossRef]
16. Kaya, B.; Yıldırım, A. Bingöl tartomány öt különböző régiójának méz fenolos kivonatának antioxidáns, antimikrobiális és rákellenes tulajdonságainak meghatározása. *J. Food Sci. Technol.* 2021, 58, 2420-2430. [CrossRef] [PubMed]
17. Dumas, A.-A.; Lapointe, A.; Dugrenier, M.; Provencher, V.; Lamarche, B.; Desroches, S. A joghurtfogyasztás krónikus betegségek kockázati markereire gyakorolt hatásának szisztematikus áttekintése felnőtteknél. *Eur. J. Nutr.* 2017, 56, 1375-1392. [CrossRef]
18. Roustazadeh, A.; Mir, H.; Jafarirad, S.; Mogharab, F.; Hosseini, S.A.; Abdoli, A.; Erfanian, S. A gyümölcsökben és tejtermékekben gazdag étrendi minta fordítottan összefügg a terhességi cukorbetegséggel: A Case-Control Study in Iran. *BMC Endocr. Disord.* 2021, 21, 41. [CrossRef]
19. Mohamed, T.H.; Tammam, A.A.; Bakr, I.A.; El-Gazzar, F.E. Antioxidáns, fenolos vegyületek és antimikrobiális aktivitás a Sedr mézzel dúsított joghurt és biojoghurt esetében. *Pak. J. Food Sci.* 2016, 26, 161-172.
20. Hamad, M.; Ismail, M.; El-Kadi, S.; Sh, Z.M. A tehén- és kókusztej és méz keverékéből készült biojoghurt kémiai összetétele, mikrobiális tulajdonságai és érzékszervi értékelése. *Food Dairy Sci.* 2016, 2, 246-260.
21. Mercan, E.; Akin, N. A fenyőméz különböző szintű hozzáadásának hatása a set-típusú joghurt fizikai-kémiai, mikrobiológiai és érzékszervi tulajdonságaira. *Int. J. Dairy Technol.* 2017, 70, 245-252. [CrossRef]
22. Ismail, M.M.; Hamad, M.F.; Elraghy, E.M. Kecsketej, árpaliszt, méz és probiotikum felhasználása funkcionális tejtermék előállításához. *Probiotics Antimicrob. Proteins* 2018, 10, 677-691. [CrossRef]
23. Perna, A.; Intaglietta, I.; Simonetti, A.; Gambacorta, E. Különböző kazein-haplotípusokkal jellemezhető tejből készült és gesztenye- és szulákmézzel dúsított joghurt antioxidáns aktivitása. *J. Dairy Sci.* 2014, 97, 6662-6670. [CrossRef] [PubMed]
24. Camacho-Bernal, G.I.; Cruz-Cansino, N.d.S.; Ramírez-Moreno, E.; Delgado-Olivares, L.; Zafra-Rojas, Q.Y.; Castañeda-Ovando, A.; Suárez-Jacobo, Á. Méhészeti termékek hozzáadása különböző élelmiszerforrásokhoz: Funkcionális és fizikai-kémiai tulajdonságok. *Appl. Sci.* 2021, 11, 8156. [CrossRef]
25. Kong, S.; Li, P.; Verpoorte, R.; Wang, J.; Zhu, C.; Dai, Y.; Chen, S. A bioaktivitás szinergista mechanizmusa az édesgyökér mézzel történő dúsításának szinergista mechanizmusa. *J. Ethnopharmacol.* 2022, 289, 115048. [CrossRef]
26. Alongi, M.; Anese, M. A funkcionális élelmiszerek fejlesztésének újragondolása holisztikus megközelítéssel. *J. Funct. Foods* 2021, 81, 104466. [CrossRef]

27. Banwo, K.; Olojede, A.O.; Adesulu-Dahunsi, A.T.; Verma, D.K.; Thakur, M.; Tripathy, S.; Singh, S.; Patel, A.R.; Gupta, A.K.; Aguilar, C.N.; et al. Az élelmiszerek bioaktív vegyületeinek funkcionális jelentősége a potenciális egészségügyi előnyökkel: A legújabb tendenciák áttekintése. *Food Biosci.* 2021, 43, 101320. [CrossRef]
28. Bazarnova, J.; Nilova, L.; Trukhina, E.; Bernavskaya, M.; Smyatskaya, Y.; Aktar, T. Mikroalga biomassza felhasználása gabonából készült élelmiszeripari termékek dúsítására. *Foods* 2021, 10, 3018. [CrossRef] [PubMed]
29. Caporgno, M.P.; Mathys, A. A mikroalgák innovatív élelmiszeripari termékekbe való beépítésének tendenciái a potenciális egészségügyi előnyökkel járó innovatív élelmiszeripari termékekben. *Front. Nutr.* 2018, 5, 58. [CrossRef]
30. Coulombier, N.; Jauffrais, T.; Lebouvier, N. Antioxidáns vegyületek mikroalgákból: A Review. *Mar. Drugs* 2021, 19, 549. [CrossRef]
31. Gani, A.; Jan, R.; Ashwar, B.A.; Ashraf, Z.; Shah, A.; Gani, A. Sáfrány és homoktövis bioaktív anyagok kapszulázása: A világ növekvő diabéteszes lakossága számára készült alacsony glikémiás sült termék kifejlesztésére. *LWT* 2021, 142, 111035. [CrossRef]
32. Ren, Z.; Gong, H.; Zhao, A.; Zhang, J.; Yang, C.; Wang, P.; Zhang, Y. A homoktövis hatása a plazma glükózra a károsodott glükózsabályozású egyéneknél: Kétlépcsős randomizált crossover beavatkozási tanulmány. *Foods* 2021, 10, 804. [CrossRef]
33. Ge, X.; Tang, N.; Huang, Y.; Chen, X.; Dong, M.; Rui, X.; Zhang, Q.; Li, W. A homoktövissel kiegészített erjesztett tej fermentatív és fizikai-kémiai tulajdonságai (*Hippophae eleagnaceae* L.). *LWT* 2022, 153, 112484. [CrossRef]
34. Sun, B.; Yan, H.; Li, C.; Yin, L.; Li, F.; Zhou, L.; Han, X. A dió (*Juglans regia* L.) olajból származó többszörösen telítetlen zsírsav jótékony hatása megelőzi a prooxidáns állapotot és a hiperlipidémiát terhes cukorbeteg patkányokban. *Nutr. Metab.* 2020, 17, 92. [CrossRef] [PubMed]
35. Liu, W.; Pu, X.; Sun, J.; Shi, X.; Cheng, W.; Wang, B. A *Lactobacillus Plantarum* hatása az erjesztett diótej funkcionális jellemzőire és ízprofiljára. *LWT* 2022, 160, 113254. [CrossRef]
36. Kennas, A.; Amellal-Chibane, H.; Kessal, F.; Halladj, F. Gránátalma héj és méz dúsítás hatása a joghurtpor fizikai-kémiai, fizikai, mikrobiológiai és antioxidáns tulajdonságaira. *J. Saudi Soc. Agric. Sci.* 2020, 19, 99-108. [CrossRef]
37. Abdelmonem, A.M.; Rasheed, S.M.; Mohamed, A.S. Méh-méz és joghurt: Újszerű keverék a terhesség alatti vulvovaginális candidiasisban szenvedő betegek kezelésére. *Arch. Gynecol. Obstet.* 2012, 286, 109-114. [CrossRef] [PubMed]
38. Guldás, M.; Gurbuz, O.; Cakmak, I.; Yildiz, E.; Sen, H. A *Spirulina Platensis*-szel dúsított méz hatása a fenolokra, a biológiai hozzáférhetőségre, az antioxidáns kapacitásra és a zsírsavakra. *LWT* 2022, 153, 112461. [CrossRef]
39. D'zuga, M.; Sowa, P.; Kwá sniewska, M.; Wesołowska, M.; Czernicka, M. Gyógynövényekkel dúsított méhméz fizikai-kémiai paraméterei és antioxidáns aktivitása. *Növényi élelmiszerek Hum. Nutr.* 2017, 72, 74-81. [CrossRef]
40. Al-Ghamdi, A.A.; Abou-Shaara, H.F.; Ansari, M.J. Három növényi kivonattal kiegészített cukortakarmányozás hatása a mézelő méhcsaládok néhány paraméterére. *Saudi J. Biol. Sci.* 2021, 28, 2076-2082. [CrossRef]
41. Durazzo, A.; Lucarini, M.; Plutino, M.; Pignatti, G.; Karabagias, I.K.; Martinelli, E.; Souto, E.B.; Santini, A.; Lucini, L. A méhészeti forrásként használt gyógynövényekből származó méhészeti termékek antioxidáns tulajdonságai. *Mezőgazdaság* 2021, 11, 1136. [CrossRef]
42. Sowa, P.; Tarapatsky, M.; Puchalski, C.; Jarecki, W.; D'zuga, M. Új mézalapú termék, amely kumarinnal dúsított mézvirágból származó kumarint tartalmaz. *J. Food Meas. Charact.* 2019, 13, 1748-1754. [CrossRef]
43. Tlak Gajger, I.; Vlainić, J.; Šoštarčić, P.; Prešern, J.; Bubnić, J.; Smodiš Škerl, M.I. A probiotikus kezeléseknél kitétt mézelő méhek (*Apis mellifera*) néhány terápiás, biokémiai és immunológiai

- paraméterére gyakorolt hatás szabadföldi és laboratóriumi körülmények között. *Rovarok* 2020, 11, 638. [CrossRef] [PubMed]
44. Shumkova, R.; Balkanska, R.; Koynarski, T.; Hristov, P. A NOZEMAT HERB és NOZEMATHERB PLUS természetes termékek alkalmazása csökkentheti a mézelő méhcsaládok téli veszteségét. *Diversity* 2021, 13, 228. [CrossRef]
45. Amadarshanie, D.B.T.; Gunathilaka, T.L.; Silva, R.M.; Navaratne, S.B.; Peiris, L.D.C. A *Nyctanthes Arbor-Tristis* L. virágkivonattal dúsított tehéntej-joghurt funkcionális és antiglikációs tulajdonságai. *LWT* 2022, 154, 112910. [CrossRef]
46. Atwaa, E.S.H.; Shahein, M.R.; El-Sattar, E.S.A.; Hijazy, H.H.A.; Albrakati, A.; Elmahallawy, E.K. Vizes édesköménykivonattal rekonstituált teljes tejporból készült probiotikus joghurt bioaktivitása, fizikai-kémiai és érzékszervi tulajdonságai. *Fermentáció* 2022, 8, 52. [CrossRef]
47. Bakr Shori, A. Muskátliból, fekete és fehérborsból származó polifenol kivonattal dúsított joghurt tárolási minősége és antioxidáns tulajdonságai. *Electron. J. Biotechnol.* 2022, 57, 24-30. [CrossRef]
48. Varga, T.; Sajtos, Z.; Gajdos, Z.; Jull, A.J.T.; Molnár, M.; Baranyai, E. A méz mint a hosszú távú környezeti változások mutatója: Magyar mézminták 14C-alapú kormeghatározásával párosított MP-AES-elemzés. *Sci. Total Environ.* 2020, 736, 139686. [CrossRef]
49. Sajtos, Z.; Varga, T.; Gajdos, Z.; Burik, P.; Csontos, M.; Lisztes-Szabó, Z.; Jull, A.J.T.; Molnár, M.; Baranyai, E. Repce, napraforgó és erdei mézek hosszú távú környezeti monitorozásra: Indikátorelemek és nem fotoszintetikus szén jelenléte régi magyar mintákban. *Sci. Total Environ.* 2022, 808, 152044. [CrossRef]
50. Samarghandian, S.; Farkhondeh, T.; Samini, F. Méz és egészség: A legújabb klinikai kutatások áttekintése. *Pharmacogn. Res.* 2017, 9, 121-127. [CrossRef]
51. Udayan, A.; Pandey, A.K.; Sirohi, R.; Sreekumar, N.; Sang, B.-I.; Sim, S.J.; Kim, S.H.; Pandey, A. Magas lipidtartalmú mikroalgák termelése és potenciális tápanyagforrásként való felhasználásuk. *Phytochem. Rev.* 2022, 1-28. [CrossRef]
52. Khavari, F.; Saidijam, M.; Taheri, M.; Nouri, F. Mikroalgák: Terápiás lehetőségek és alkalmazások. *Mol. Biol. Rep.* 2021, 48, 4757-4765. [CrossRef]
53. Nigam, S.; Singh, R.; Bhardwaj, S.K.; Sami, R.; Nikolova, M.P.; Chavali, M.; Sinha, S. Az algalopoliszacharidok terápiás alkalmazásainak perspektívája. *J. Polym. Environ.* 2022, 30, 785-809. [CrossRef] [PubMed]
54. Hosseini, A.M.; Keshavarz, S.A.; Nasli-Esfahani, E.; Amiri, F.; Janani, L. A *Chlorella*-kiegészítés hatása a glikémiás kontrollra, a lipidprofilra és az antropometriai mérésekre a 2-es típusú diabetes mellitusban szenvedő betegeken. *Eur. J. Nutr.* 2021, 60, 3131-3141. [CrossRef] [PubMed]
55. Tkacz, K.; Wojdyło, A.; Turkiewicz, I.P.; Nowicka, P. Anti-diabetikus, anti-kolin-észteráz és antioxidáns potenciál, kémiai összetétel és az újszerű homoktövis-alapú turmixok érzékszervi értékelése. *Food Chem.* 2021, 338, 128105. [CrossRef][PubMed]
56. Hameed, A.; Galli, M.; Adamska-Patruno, E.; Krętownski, A.; Ciborowski, M. Válassza ki a polifenolokban gazdag bogyók fogyasztását a cukorbetegség és a cukorbetegséggel kapcsolatos szövődmények megelőzésére. *Nutrients* 2020, 12, 2538. [CrossRef]
57. Verde, A.; Míguez, J.M.; Leao-Martins, J.M.; Gago-Martínez, A.; Gallardo, M. Melatonin-tartalom a dióban és más kereskedelmi dióban. A fajta, az érlelés és a feldolgozás (pörkölés) hatása. *J. Food Compos. Anal.* 2022, 105, 104180. [CrossRef]
58. Liu, R.; Su, C.; Xu, Y.; Shang, K.; Sun, K.; Li, C.; Lu, J. A diófalevél potenciális aktív összetevőinek azonosítása, hogy ActionDiabetes Mellitus az UHPLC-Q-Orbitrap HRMS és a hálózati farmakológiai elemzés integrálásával. *J. Ethnopharmacol.* 2020, 253, 112659. [CrossRef]
59. Alsuhaibani, A.M.A.; Al-Kuraieef, A.N. A diómagok fenolos vegyületeinek és zsírsavtartalmának hatása a patkányok Streptozotocin-indukált cukorbetegségére. *J. Food Meas. Charact.* 2019, 13, 499-505. [CrossRef]

60. Shapla, U.M.; Solayman; Alam, N.; Khalil, I.; Gan, S.H. 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) A méz és más élelmiszertermékek szintjei: Hatások a méhekre és az emberi egészségre. Chem. Cent. J. 2018, 12, 35. [CrossRef]
61. IHC Harmonizált módszerek a Nemzetközi Méz Bizottságnál. Elérhető online: <https://www.ihc-platform.net/ihcmethods2009.pdf> (hozzáférés: 2022. március 3.).
62. Czipa, N.; Phillips, C.J.C.; Kovács, B. Az akácmézek összetétele feldolgozás, tárolás és hamisítás után. J. Food Sci.Technol. 2019, 56, 1245-1255. [CrossRef]
63. SPSS SPSS statisztikai program, (IBM SPSS V22.0), New York, az Egyesült Államok. Elérhető online: <https://www.ibm.com/support/pages/spss-statistics-220-available-download> (hozzáférés: 2022. május 11.).