

استفاده از اینولین به عنوان جایگزین چربی در محصولات غذایی

ارائه‌دهنده: مهدیه اسحاق زاده



استاد راهنما: سرکار خانم دکتر پرنیان پزشکی



زمان: ۱۲ خرداد ۱۴۰۴



The use of inulin as fat replacer in food products



Presented by: Mahdiyeh Eshaghzadeh



Supervisor: Dr. Parnian Pezeshki



Date: 2 June 2025



فهرست مطالب

۱

مقدمه

۱۷

مرور متون

۶۸

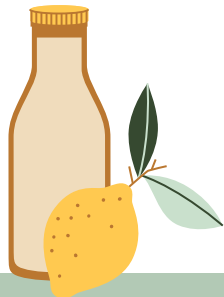
بحث

۷۵

نتیجه گیری

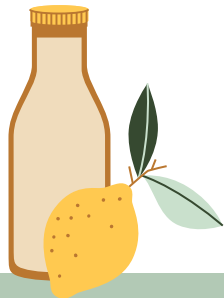
۷۸

منابع



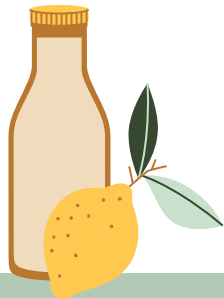
فهرست جداول

جدول	شماره اسلاید
۱	۲۰
۲	۲۴
۳	۲۵
۴	۲۶
۵	۳۹



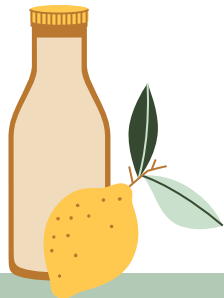
فهرست جداول

شماره اسلاید	جدول
۴۰	۶
۴۱	۷
۴۴	۸
۴۹	۹
۶۱	۱۰



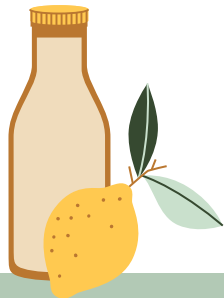
فهرست جداول

شماره اسلاید	جدول
۶۲	۱۱
۶۳	۱۲
۶۴	۱۳
۶۵	۱۴



فهرست اشکال

شماره اسلاید	شکل
۲۳	۱
۴۸	۲
۵۰	۳



فهرست اختصارات

علامت اختصاری	معادل انگلیسی	معادل فارسی
CIE	Commission Internationale de l'Éclairage	کمیسیون بین‌المللی روشنایی
AOAC	Association of Official Analytical Chemists	انجمن شیمی‌دانان رسمی تحلیلی
PUFA	Polyunsaturated Fatty Acid	اسیدهای چرب چندغیراشباع
IBD	Inflammatory Bowel Disease	بیماری التهابی روده
IBS	Irritable Bowel Syndrome	سندرم روده تحریک‌پذیر
SCFAs	Short-Chain Fatty Acids	اسیدهای چرب زنجیره کوتاه
ISO	International Organization for Standardization	سازمان بین‌المللی استانداردسازی
WHC	Water Holding Capacity	ظرفیت نگهداری آب
TBA	ThioBarbituric Acid	اسید تیوباربیتوریک



مقدمه

اجتماعی خبرگزاری تسنیم؛ کارشناسان تاکید کردند که اهمیت پرداختن به موضوع موضوع تغذیه مناسب متحرف نکنند.

تقریباً یک پنجم از جمعیت جهان تا سال ۲۰۲۵ به چاقی مبتلا خواهند شد.

د. آمار و ارقام به دست آمده توسط برنامه جهانی غذای سازمان ملل متحد

و زنان در جهان که در گروه چاق‌ها طبقه‌بندی می‌شوند افزایش یافته

به طور متوسط در هر دهه ۳.۳ پوند (۱.۵ کیلوگرم) نسبت به دهه به تجزیه و تحلیل ارائه شده در مجله پزشکی «لانسِت»، اگر این ۱ درصد از مردان و ۲۱ درصد از زنان تا سال ۲۰۲۵ چاق محسوب

چاقی!!

مقدمه

(مهرژند) بر اساس آخرین آمار و گزارش‌ها، روند افزایش چاقی در ایران طی دوهفته اخیر نگران‌کننده بوده و با هتایب قابل توجهی در حال گسترش است. طبق داده‌های موجود هیئت چاقی در بزرگسالان از ۱۵٪ در سال ۲۰۰۰ به بیش از ۳۰٪ در سال ۲۰۲۵ رسیده است. این در حالی است که ۶۰٪ جمعیت بزرگسال ایران (۲۵ تا ۶۴ سال) هم‌اکنون دچار اضافه وزن یا چاقی هستند. یکی از دلایل افزایش روند چاقی در ایران به تغییر الگوی تغذیه برمی‌گردد. به عنوان نمونه مصرف سرانه روغن از ۱۲ کیلوگرم (۱۳۷۰) به ۲۴ کیلوگرم (۱۴۰۳) افزایش یافته یا مصرف نوشیدنی‌های هیرین بیشتر از استانداردهای جهانی است. هرچند سبک زندگی کم‌تحرک هم یکی از عوامل تاثیرگذار در این روند افزایشی بوده است. طبق آمارها ۴۵٪ ایرانیان فعالیت بدنی نا کافی دارند و میانگین زمان استفاده از صفحه نمایش ۷ ساعت/روز در نوجوانان است.

تا حدود ۳.۸ میلیارد نفر در جهان به چاقی مبتلا خواهند بود براساس نتایج یک تحقیق تا چندهفته آینده جمعیت عظیمی از افراد بزرگسال در دنیا با چاقی یا اضافه وزن دست به گریبان هستند. یک پژوهش جهانی هشدار داده که چاقی در حال تبدیل شدن به یک بحران جدی است. در صورت ادامه این روند، محققان پیش‌بینی می‌کنند تا ۲۰۵۰ تعداد افراد چاق در جهان به ۸.۹۲۹ میلیارد نفر برود، اما این رقم در سال ۲۰۲۱ به ۲.۶ میلیارد نفر افزایش یافته است.

یک پنجم مردم جهان تا سال ۲۰۲۵ چاق خواهند شد

هم‌مشتری آنلاین: یک بررسی عمده که نتایج آن روز جمعه اول آوریل (۱۳ فروردین) منتشر شد، درباره همه‌گیری جهانی «چاقی شدید» که هزینه‌های بهداشتی و اقتصادی فراوانی در پی خواهد داشت، هشدار می‌دهد.



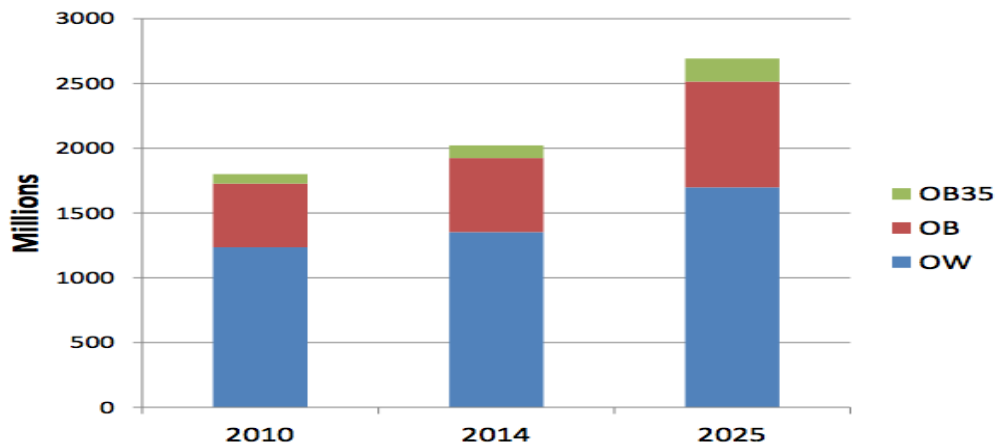
در سال ۲۰۵۰ یک‌چهارم افراد چاق جهان بالای ۶۵ سال خواهند داشت البته پژوهشگران هشدار داده‌اند که سیستم‌های بهداشتی جهان تحت فشار شدید قرار خواهد گرفت بر اساس این تحقیق، بیش از نیمی از بزرگسالان چاق یا دارای اضافه وزن در جهان در ایالات متحده (۱۷۲ میلیون)، برزیل (۸۸ میلیون)، روسیه (۷۱ میلیون)، مکزیک (۵۸ میلیون)، اند

در حال حاضر ۲.۱۱ میلیارد بزرگسال ۲۵ ساله چاق هستند این گزارش تاکید می‌کند این روند «تهدیدی بی‌انظیر از مرگ زودهنگام، بیماری و فشار زیاد در واکنش به بحران رو به رشد چاقی در سده‌های گذشته منجر به افزایش خیره‌کننده در این مقیاس نشان می‌دهد در حال حاضر ۱.۱۱ میلیارد بزرگسال ۲۵ ساله یا بالاتر و ۴۳ میلیون بدون اصلاحات و اقدام فوری در سیستم‌های بهداشتی، پیش‌بینی می‌شود بیش از نیمی از افراد میزان بالایی اضافه وزن خواهند داشت.

کودکان در همه‌جا سریع‌تر از نسل‌های قبلی وزن اضافه می‌کنند جسیکا کر، عضو موسسه پژوهشی کودکان مرداک در استرالیا، تاکید کرده برای کنترل ا

تعداد بزرگسالان دارای اضافه وزن، چاق و چاقی شدید در سال‌های ۲۰۱۰، ۲۰۱۴ و ۲۰۲۵

If current trends continue, **2.7 billion** adults worldwide will be overweight or obese by 2025 – up from 2.0 billion in 2014



2014

2.0bn adults excess weight, including 572m obese (BMI 30-35), and a further 98m severely obese (BMI >35).

2025

2.7bn adults excess weight, including 818m obese and a further 177m severely obese.

Overweight is BMI 25-30kg/m², Obese is BMI 30-35kg/m², Severely obese is BMI >35kg/m²
Estimates from World Obesity Federation and World Health Organization
Map © World Obesity Federation 2015

عوارض ناشی از چاقی



کبدچرب



فشار خون



سرطان



بیماری قلبی



سایش مفاصل



توقف تنفس
در خواب



بیماری
کلیوی



چربی
خون



دیابت



سکته
مغزی

ریسک فاکتورهای ابتلا به چاقی

مقدمه (ادامه)

RISK FACTORS OF OBESITY



FAMILY INHERITANCE

MEDICATIONS



LACK OF SLEEP



INACTIVITY

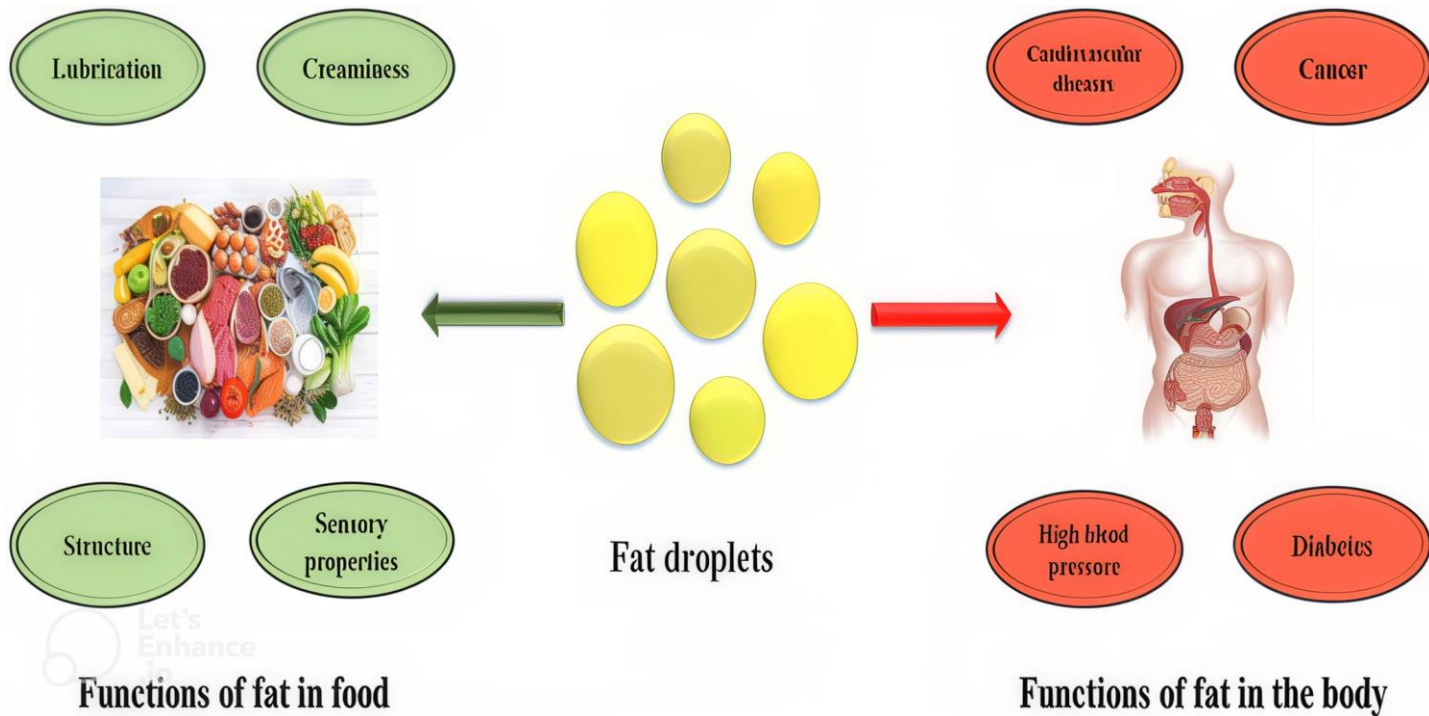


UNHEALTHY DIET



STRESS





۲۳۸ کیلوکالری ↓ ۱۰٪ ↓



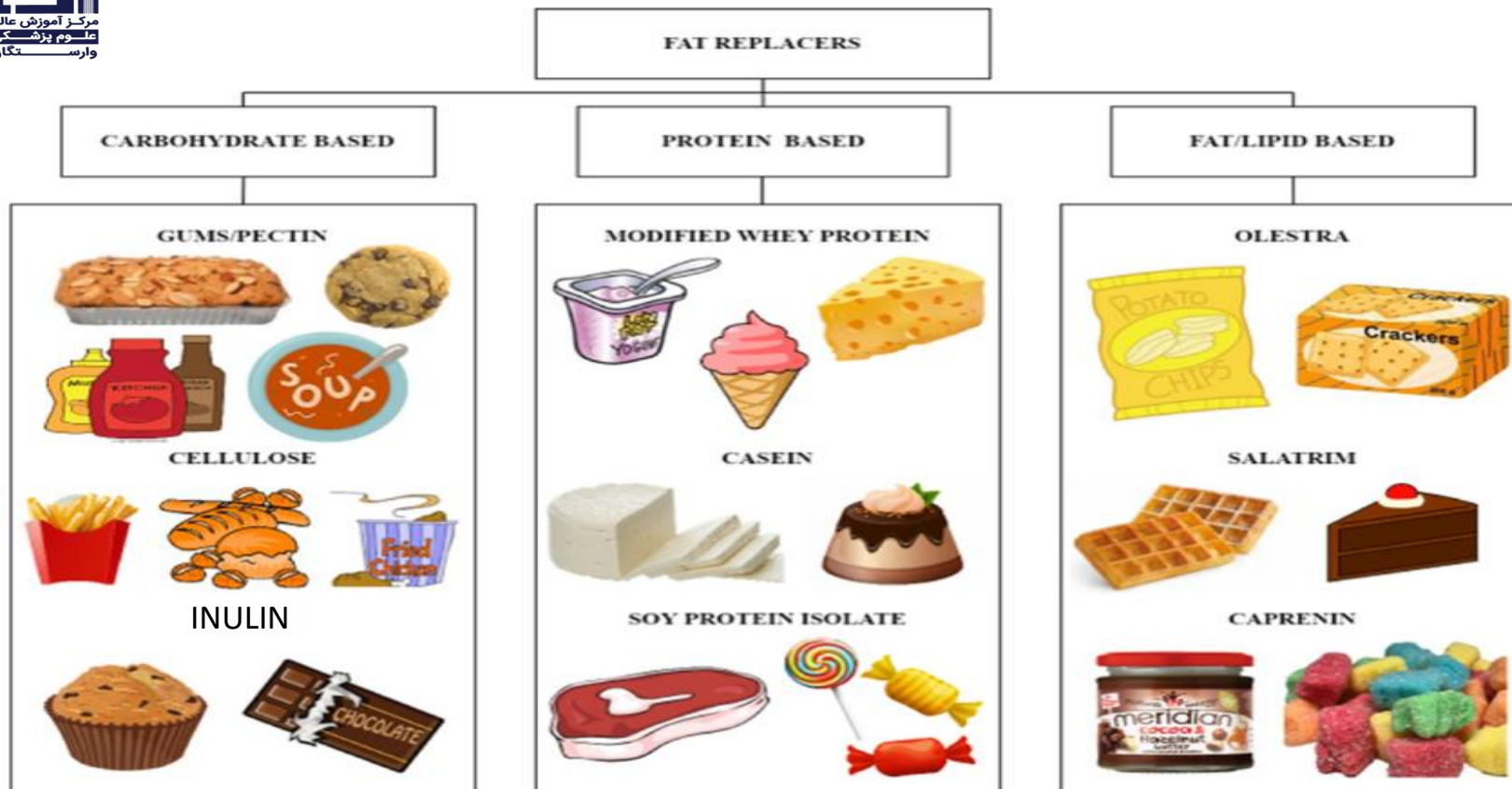
جایگزین‌های چربی در پاسخ به نگرانی مصرف‌کنندگان
درباره میزان چربی رژیمی و ارتباط احتمالی آن با چاقی
توسعه یافته‌اند.



جایگزین‌های چربی

- ✓ جایگزین‌های چربی برای کاهش دریافت کالری با جایگزینی جزئی یا کامل چربی در مواد غذایی استفاده می‌شود، در حالی که همچنان ویژگی‌های مشابه چربی را ارائه می‌دهند.
- ✓ علاوه بر این، این جایگزین‌های چربی عملکردهای متعددی در مواد غذایی دارند، از جمله ایجاد بافت، نقش تثبیت کنندگی، امولسیفایری، عامل ژل‌سازی و غلظت دهندگی.
- ✓ همچنین این ترکیبات می‌توانند به پیشگیری از اثرات منفی مصرف بیش از حد چربی کمک کنند.





Global Oil and Fat Substitutes Market Research Report



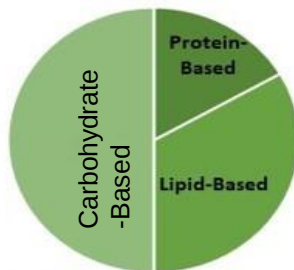
Market Size:

US\$ 2.35 Bn
(2023)

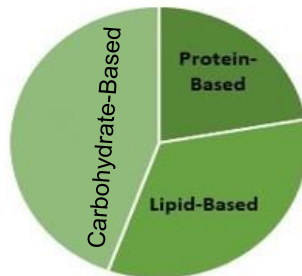
CAGR
(2024-2031)

6.1%

By Type:

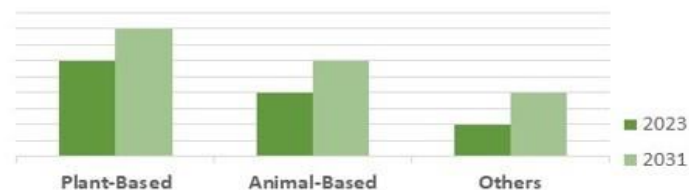


2023

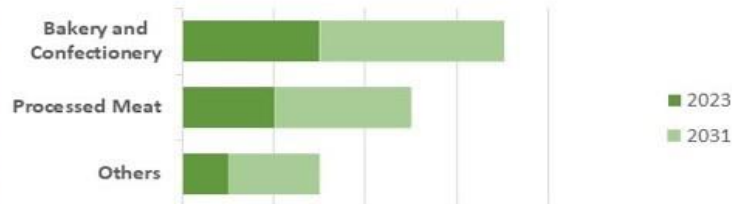


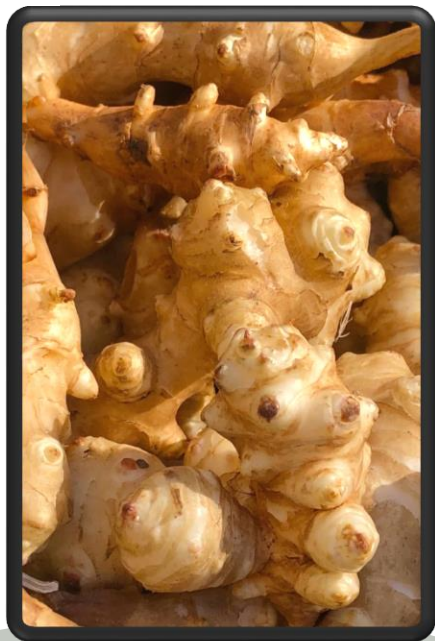
2031

By Source:



By Application:



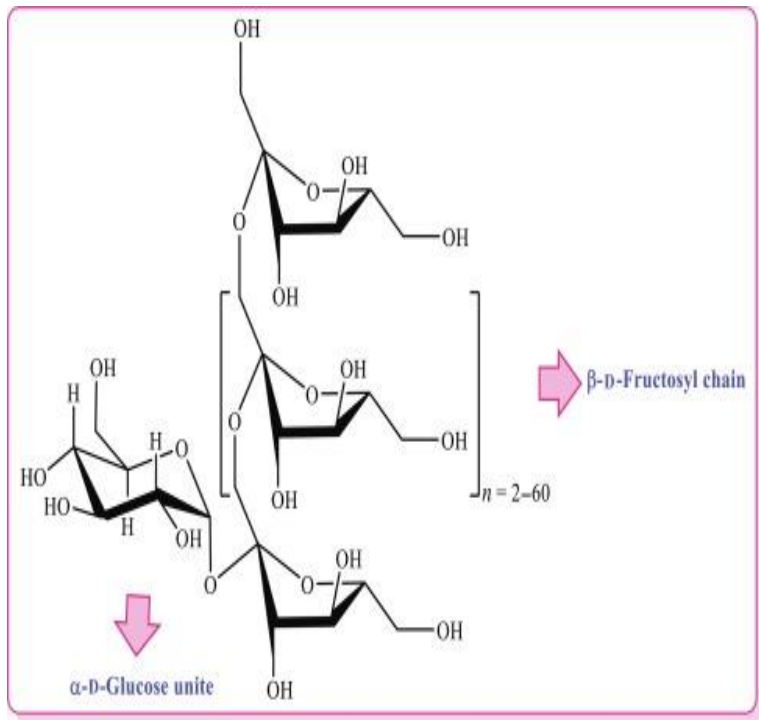


- از بین تمام جایگزین‌های چربی بر پایه کربوهیدرات، **اینولین** بیشترین موفقیت را در کاهش کل چربی و انرژی محصول غذایی با کمترین تأثیر بر کیفیت حسی و پذیرش مصرف‌کننده داشت.





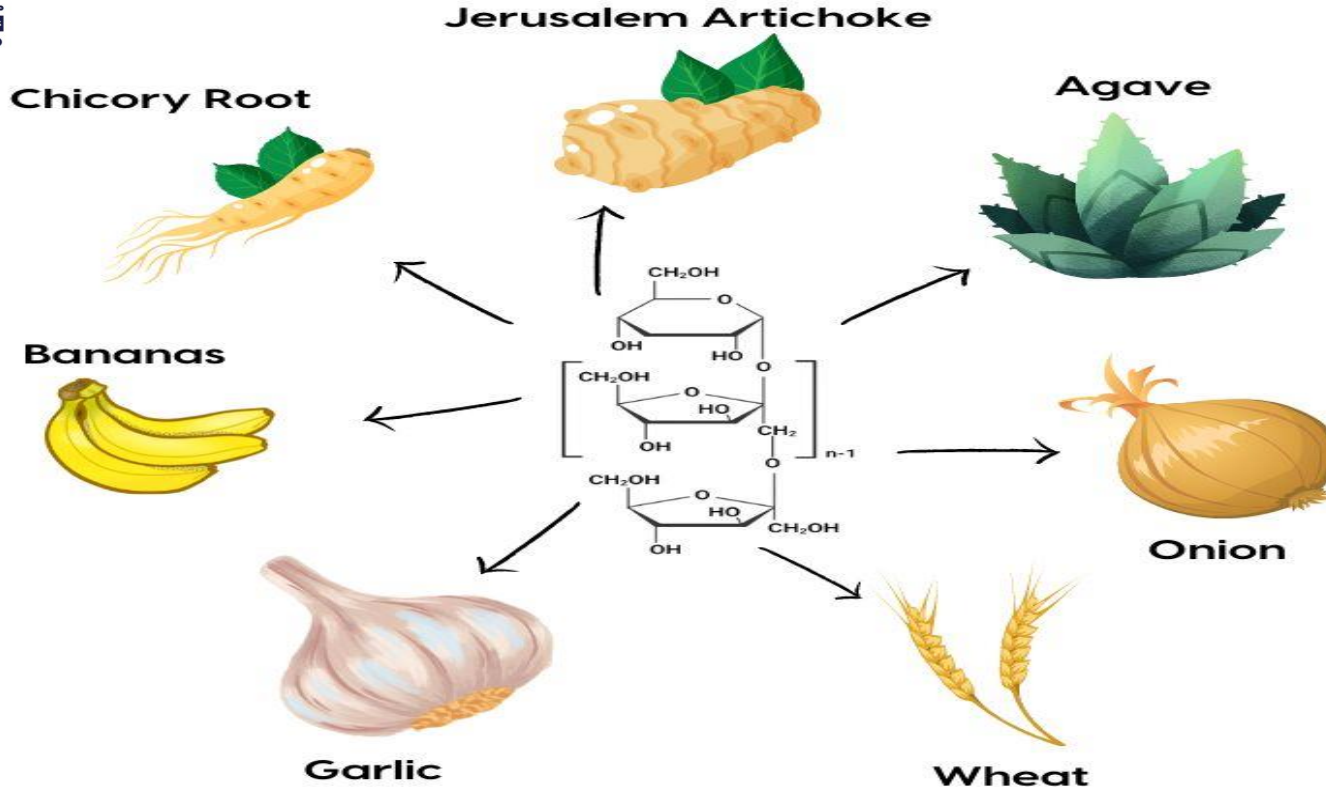
اینولین



- پلی ساکاریدی ذخیره ای گیاهان
- فیبر محلول در آب
- غیر قابل هضم
- زنجیره های خطی واحدهای فروکتوز متصل به هم از طریق پیوندهای $(1 \rightarrow 2)$ β ، در انتهای زنجیره دارای یک واحد گلوکز
- درجه پلیمریزاسیون اینولین معمولاً بین ۲ تا ۶۰ واحد فروکتوز

منابع اینولین

مقدمه (ادامه)



- 1** TO REPLACE sugar
- 2** TO BOOST fiber content
- 3** SUBSTITUTE for fat, humectant, thickening or binding agent



هدف

با توجه به تاثیر مصرف غذاهای کم کالری در سلامت جامعه، هدف از این سمینار بررسی اینولین به عنوان جایگزین چربی در محصولات غذایی است تا ضمن کاهش کالری، ویژگی‌های مطلوب فیزیکی‌شیمیایی و حسی محصول حفظ شود.



مرور متون

مطالعه اول

The effect of inulin as a fat replacement on dough and biscuit properties

Magdalena Krystyjan, et al

Poland-2015

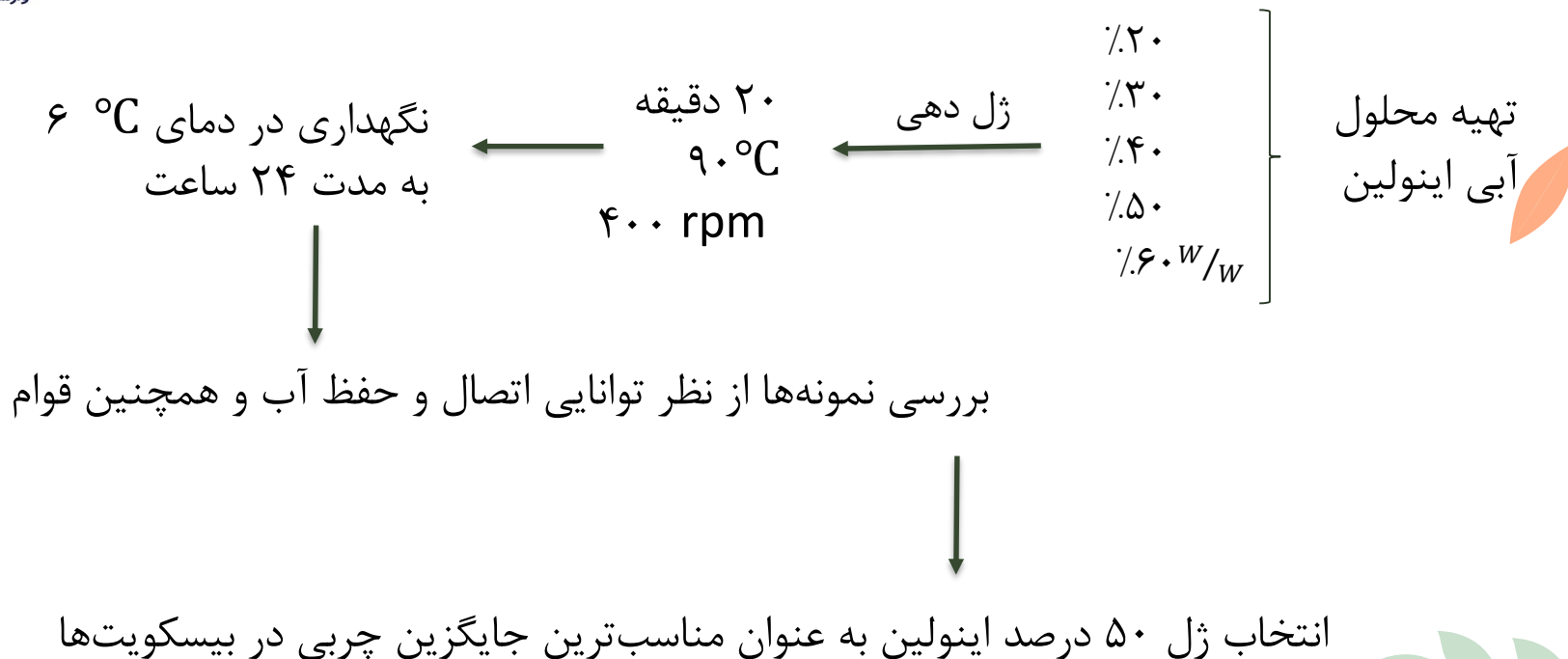


جایگزینی بخشی از چربی بیسکویت‌ها با اینولین و بررسی تأثیر آن بر خواص خمیر و بیسکویت



روش کار (تهیه محلول آبی اینولین)

مرور متون (ادامه)



روش کار (تهیه خمیر)

مرور متون (ادامه)

جدول ۱

TABLE 1. COMPONENTS (G) USED FOR PREPARATION OF BISCUITS DOUGH

Raw materials (g)	Control	B20	B30	B40	B50
Wheat flour	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Margarine (fat)	45.0	36.0	31.5	27.0	22.5
Sugar (powder)	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7
Eggs	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Baking powder	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Vanillin-flavored sugar	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
Inulin	0.0	9.0	13.5	18.0	22.5
(% of inulin gel in relation to the fat)	0	20	30	40	50

The ingredients of the recipe were placed in Table 1. The number of which changes are marked in lightface.

اختلاط مواد وجود در جدول "۱"

همزدن خمیر به مدت ۱۰ دقیقه ← نگهداری در 6°C - ۳۰ دقیقه

← قالب زنی (ضخامت ۵ mm - قطر ۶۰ mm)

پخت (۱۲ دقیقه - 200°C)

نگهداری در ظروف شیشه‌ای محافظت شده در برابر نور
(دمای اتاق - ۲ ماه)

روش کار

مرور متون (ادامه)

اندازه گیری پارامترهای فیزیکو شیمیایی: (۳ تکرار: بعد از نگهداری، بعد از ۱ ماه، بعد از ۲ ماه)

سختی و
چسبندگی

Texture Analyser TA-XT plus

ترکیبات شیمیایی

روش های استاندارد AOAC

رنگ سطح
بیسکویت ها

دستگاه Konica MINOLTA و بر اساس سیستم CIE

ارزیابی حسی

آزمون هدونیک



• داده‌های تجربی تحت آنالیز واریانس یک‌متغیره (ANOVA) قرار گرفتند و آزمون فشر برای تعیین تفاوت‌های آماری در سطح اطمینان $\alpha = 0.05$ به کار رفت. همچنین، به منظور بررسی تأثیر عوامل انتخاب‌شده شامل درصد جایگزینی اینولین و زمان نگهداری، آنالیز واریانس دوطرفه انجام شد. تمامی محاسبات با استفاده از نرم‌افزار آماری Statistica نسخه ۸/۰ (StatSoft, Inc., Tulsa, OK) انجام گردید.

شکل ۱ (پارامترهای بافتی خمیر)

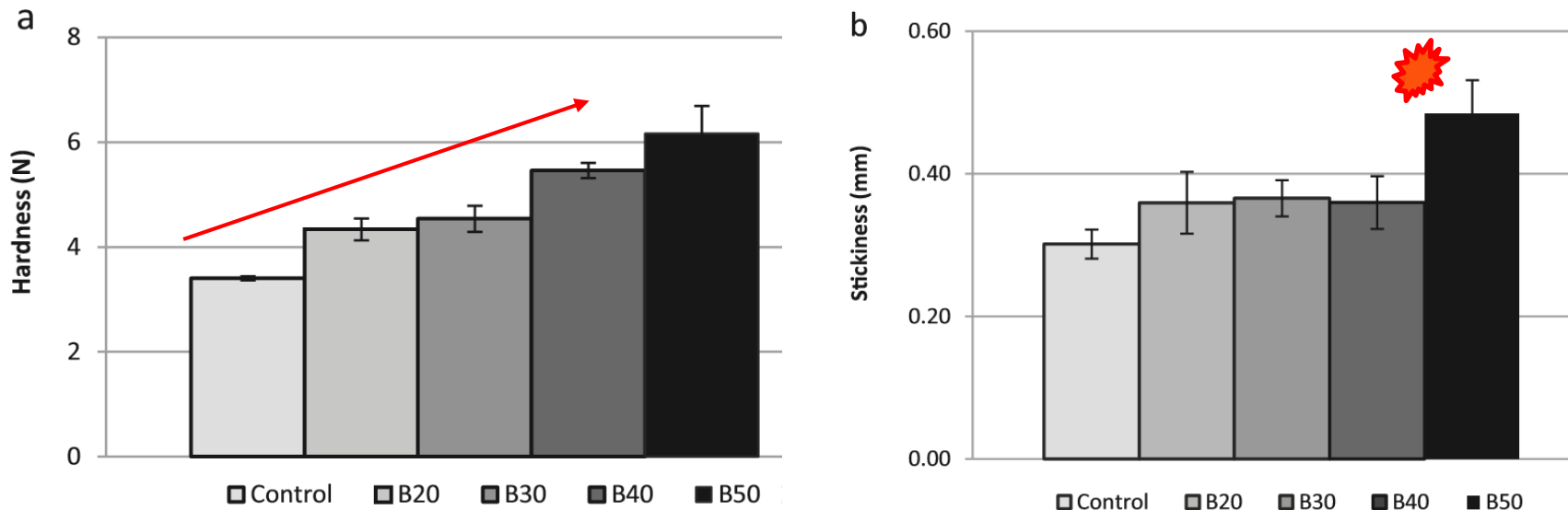


FIG. 1. TEXTURAL PARAMETERS OF DOUGH: (A) HARDNESS AND (B) STICKINESS

جدول ۲

محتوای مواد مغذی، فیبر و ارزش کالری بیسکوئیت‌های تازه پخته‌شده

TABLE 2. THE CONTENT OF NUTRIENTS, FIBER AND CALORIC VALUE OF FRESHLY BAKED BISCUITS

Sample	Fat (g/100 g d.m.)	Carbohydrate (g/100 g d.m.)	Protein (g/100 g d.m.)	Dietary fiber (g/100 g d.m.)			Caloric value (kcal/100 g)
				Insoluble	Soluble	Total	
Control	21.60 ± 0.13 ^a	66.44 ± 0.16 ^e	6.96 ± 0.03 ^a	0.61 ± 0.00 ^c	0.28 ± 0.01 ^e	0.89 ± 0.01 ^c	486 ± 1 ^a
B20	17.60 ± 0.00 ^b	69.92 ± 0.02 ^d	6.97 ± 0.03 ^a	0.69 ± 0.03 ^b	0.74 ± 0.03 ^d	1.43 ± 0.01 ^b	462 ± 0 ^b
B30	15.35 ± 0.07 ^c	71.51 ± 0.09 ^c	6.88 ± 0.03 ^a	0.73 ± 0.05 ^{ab}	0.81 ± 0.02 ^c	1.58 ± 0.03 ^d	448 ± 0 ^c
B40	13.40 ± 0.00 ^d	72.39 ± 0.05 ^b	6.95 ± 0.05 ^a	0.71 ± 0.02 ^{ab}	0.89 ± 0.02 ^b	1.60 ± 0.04 ^d	434 ± 0 ^d
B50	11.75 ± 0.07 ^e	74.14 ± 0.08 ^a	6.84 ± 0.00 ^a	0.68 ± 0.01 ^b	0.98 ± 0.01 ^a	1.67 ± 0.00 ^a	426 ± 0 ^e

Parameters in columns denoted with the same letters do not differ statistically at the level of confidence $\alpha = 0.05$.
d.m., dry matter.

جدول ۳ (پارامترهای فیزیکی رنگ و بافت در بیسکوئیت)



TABLE 4. PHYSICAL PARAMETERS (COLOR AND TEXTURE) OF BISCUITS

Sample	Time	Color			Texture
		L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	Hardness (N)
Control	Before storage	76.00 ± 0.11 ^a	3.90 ± 0.15 ^{ab}	29.82 ± 0.59 ^b	33.98 ± 2.64 ^{fg}
	After 1 month	75.45 ± 2.40 ^a	3.37 ± 0.21 ^{cd}	27.49 ± 0.89 ^{def}	31.41 ± 1.55 ^g
	After 2 months	74.66 ± 3.42 ^{abc}	3.38 ± 0.10 ^{cd}	27.34 ± 1.04 ^{ef}	33.45 ± 2.15 ^{fg}
B20	Before storage	74.60 ± 0.61 ^{abc}	4.11 ± 0.46 ^a	31.31 ± 0.91 ^a	36.60 ± 2.18 ^{efg}
	After 1 month	75.83 ± 0.50 ^a	3.73 ± 0.41 ^{abc}	29.80 ± 0.88 ^b	41.59 ± 3.08 ^{cde}
	After 2 months	76.08 ± 0.55 ^a	3.64 ± 0.43 ^{abcd}	29.06 ± 0.99 ^{bc}	36.02 ± 2.09 ^{efg}
B30	Before storage	70.82 ± 2.30 ^d	3.61 ± 0.66 ^{abcd}	29.22 ± 1.97 ^b	42.45 ± 2.04 ^{cde}
	After 1 month	72.32 ± 4.14 ^{bcd}	3.65 ± 0.09 ^{abcd}	29.31 ± 1.52 ^b	46.19 ± 4.29 ^{bcd}
	After 2 months	71.04 ± 3.24 ^{cd}	2.97 ± 0.55 ^d	26.98 ± 1.86 ^{cdef}	39.87 ± 2.01 ^{cdef}
B40	Before storage	75.39 ± 0.18 ^a	3.98 ± 0.22 ^{ab}	29.34 ± 0.08 ^b	40.40 ± 2.55 ^{cdef}
	After 1 month	75.86 ± 0.72 ^a	3.54 ± 0.44 ^{bcd}	28.46 ± 0.65 ^{bcd}	42.05 ± 1.74 ^{cde}
	After 2 months	76.28 ± 0.11 ^a	3.74 ± 0.32 ^{abc}	28.51 ± 0.26 ^{bcd}	39.12 ± 1.63 ^{def}
B50	Before storage	75.19 ± 0.70 ^a	3.83 ± 0.25 ^{abc}	28.88 ± 0.76 ^{bcd}	46.61 ± 3.82 ^{bc}
	After 1 month	74.37 ± 2.08 ^{abc}	3.67 ± 0.32 ^{abcd}	27.60 ± 1.23 ^{cdef}	50.54 ± 2.93 ^{ab}
	After 2 months	75.05 ± 1.45 ^{ab}	3.55 ± 0.31 ^{bcd}	26.79 ± 0.45 ^f	55.44 ± 3.56 ^a

Parameters in columns denoted with the same letters do not differ statistically at the level of confidence $\alpha = 0.05$.

ANOVA, analysis of variance.

جدول ۴

مرور متون (ادامه)

TABLE 5. TOTAL SCORE OF SENSORY ANALYSIS OF BISCUITS

Sample	Time	Total score
Control	Before storage	4.7 ± 0.5^a
	After 1 month	4.6 ± 0.5^{ab}
	After 2 months	4.3 ± 0.5^{abc}
B20	Before storage	4.6 ± 0.6^{ab}
	After 1 month	4.6 ± 0.6^{ab}
	After 2 months	4.2 ± 0.6^{bc}
B30	Before storage	4.2 ± 0.6^{abc}
	After 1 month	4.2 ± 0.5^{abc}
	After 2 months	3.9 ± 0.4^{bcd}
B40	Before storage	3.9 ± 0.6^{cde}
	After 1 month	3.9 ± 0.5^{cde}
	After 2 months	3.6 ± 0.4^{de}

Parameters in columns denoted with the same letters do not differ statistically at the level of confidence $\alpha = 0.05$.

ANOVA, analysis of variance.



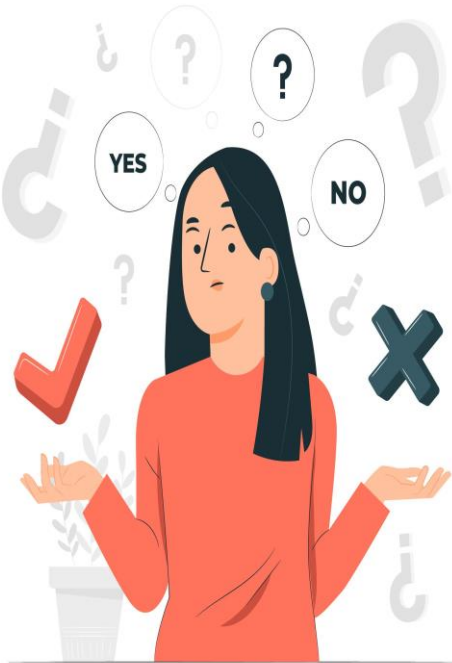
نتیجه گیری

مرور متون (ادامه)

مروری بر جایگزینی با ۲۰٪ اینولین:

- ارزیابی حسی ← ✓
- چربی: ۱۸٪ کاهش
- قند: ۴/۸٪ افزایش
- کالری: کاهش
- پروتئین، خاکستر و فیبر نامحلول: بدون تغییر
- فیبر محلول مفید: ۲/۵ برابر افزایش
- سختی، چسبندگی، خواص ویسکوالاستیک خمیر: افزایش

طبق نتایج جایگزینی ۲۰٪ اینولین در بیسکویت ها پیشنهاد میشود.



مطالعه دوم

Inulin-based emulsion-filled gel as a fat replacer in prebiotic-
and PUFA-enriched dry fermented sausages

Marija Glisic , et al

Serbia-2018



بررسی ژل پر شده با امولسیون بر پایه اینولین به عنوان جایگزین
چربی در سوسیس‌های تخمیری خشک غنی شده با پری بیوتیک و
اسیدهای چرب غیر اشباع چندگانه (PUFA)



روش کار (فرمولاسیون سوسیس‌ها)

مرور متون (ادامه)

نمونه	شرح جایگزینی چربی	درصد جایگزینی چربی	مواد جایگزین کننده اصلی
C	کنترل (سوسیس معمولی)	۰٪	چربی پشت خوک
I	جایگزینی ۱۶٪ چربی با ژل اینولین	۱۶٪	سوسپانسیون ژل اینولین
IO	جایگزینی ۱۶٪ چربی با امولسیون ژل اینولین و روغن بذر کتان	۱۶٪	امولسیون ژل اینولین + روغن بذر کتان

روش کار (آماده سازی ژل‌ها)

۱. ژل اینولین (۱):

- آب (۷۳۰ گرم به ازای ۱ کیلوگرم)
 - ژلاتین خوک (۲۰ گرم)
 - پودر اینولین (۲۵۰ گرم)
- حل و همگن سازی ← دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ ثانیه

روش کار (آماده سازی ژل‌ها)

II. امولسیون ژل روغن بذر کتان و اینولین (IO):

- آب (۱۵۰ گرم)
- روغن بذر کتان (۲۰۰ گرم) با مشخصات چربی: ۷/۷٪ اشباع، ۱۵/۱٪ تک‌غیراشباع، ۷۰/۳٪ چندغیراشباع
- لسیتین سویا (۳۰ گرم)
- سوسپانسیون اینولین (۳۵۰ گرم آب، ۲۰ گرم ژلاتین، ۲۵۰ گرم اینولین)

همزدن تدریجی به مدت ۱۸۰ ثانیه در دمای محیط



ژل‌ها در کیسه‌های استریل منجمد و تا روز بعد نگهداری شدند.

روش کار (فرآوری سوسیس)

مواد اولیه (گوشت خوک بدون چربی، چربی پشت خوک، ژل‌های منجمد) خرد و مخلوط شدند.



افزودن کشت پروبیوتیک (*Lactobacillus casei*) و (*Staphylococcus carnosus*)



افزودن گوشت گوساله سرد، نمک و ادویه‌ها



خرد کردن تا اندازه ذرات ۴ میلی‌متر



پر کردن در غلاف کلاژنی قطر ۵۰ میلی‌متر

روش کار (تخمیر و خشک کردن)

مرحله	مدت زمان	دما (°C)	رطوبت نسبی (%)	توضیحات
تخمیر	۴۸ ساعت	۲۴	۹۱	تخمیر با کشت باکتریایی
دوددهی	۸ ساعت در ۳ روز	۲۱-۲۳	۸۵	دوددهی سرد
خشک کردن و رسیدن	۲۸ روز	۱۵	۸۵	خشک کردن نهایی و رسیدن

روش کار (نگهداری و نمونه برداری)

بسته بندی پس از پایان رسیدن



نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی گراد



نمونه برداری در روزهای: ۰، ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸ و ۵۸ (یک ماه پس از پایان رسیدن)

➤ روز ۲۸ رسیدن به عنوان روز صفر نگهداری در نظر گرفته شد.

روش کار (اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی)

- پنج عدد سوسیس از هر دسته با استفاده از ترازویی با دقت ۰/۱ گرم در روزهای ۰، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ وزن‌کشی شدند.
- کاهش وزن به صورت درصدی از وزن اولیه بیان شد.

تعیین کاهش وزن

- فعالیت آب با استفاده از دستگاه a_w -meter
- طبق استاندارد (ISO, 2004)

اندازه‌گیری فعالیت
آب (a_w)

- با استفاده از pH متر Testo 205

اندازه‌گیری pH

روش کار (اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی)

- این پارامترها با استفاده از روش‌های رسمی (استانداردهای ISO مربوط به سال‌های ۱۹۷۵، ۱۹۷۸، ۱۹۹۴، ۱۹۹۶a,b، ۱۹۹۷، ۱۹۹۸ و ۲۰۱۷) در سوسیپس‌های رسیده آنالیز شدند.

- چربی
- رطوبت
- پروتئین
- خاکستر
- نیتريت
- نمک
- هیدروکسی پرولین
- مقادیر پراکسید

روش کار (اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی)

- مقدار هیدروکسی پرولین (%) در عدد ۸ ضرب شد تا محتوای کلاژن به دست آید و درصد کلاژن نسبت به کل پروتئین‌های گوشت تعیین گردید.

محتوای کلاژن

- میزان کربوهیدرات‌ها به صورت تفاضلی (با کسر مجموع سایر اجزاء از ۱۰۰ درصد) محاسبه گردید.

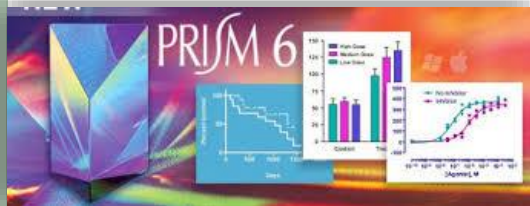
کربوهیدرات

- آزمون هدونیک بر اساس مقیاس ۵ درجه ای (۵= عالی - ۱= غیرقابل قبول)

- سوسیس‌هایی که برای هر ویژگی نمره ۲/۵ و بالاتر کسب کردند، به عنوان قابل قبول در نظر گرفته شدند.

ارزیابی حسی

- داده‌ها با نرم‌افزار GraphPad Prism 6 تحلیل و به صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار گزارش شدند.
- برای بررسی تأثیر جایگزینی چربی و زمان رسیدن/نگهداری بر اکسیداسیون چربی، از آنالیز واریانس دوطرفه استفاده شد.
- در صورت وجود تعامل معنی‌دار، آنالیز تک‌عاملی با آزمون Tukey's انجام شد و برای مقایسه‌های زوجی از آزمون Student t بهره گرفته شد.
- سطح معنی‌داری $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.



مرور متون (ادامه) جدول ۵ (ترکیب شیمیایی سوسیس‌های خشک تخمیر شده)

Table 2 Chemical composition of dry fermented sausages produced with three different formulations after ripening (day 28)

Parameters	Formulations		
	C	I	IO
Moisture (%)	25.98 ± 0.97 ^a	31.07 ± 0.05 ^b	30.39 ± 0.16 ^b
Fat (%)	44.37 ± 0.96 ^a	31.38 ± 0.22 ^b	35.36 ± 0.31 ^c
Protein (%)	24.62 ± 1.48 ^a	27.10 ± 0.16 ^b	24.79 ± 0.32 ^a
Ash (%)	4.94 ± 0.18 ^a	5.71 ± 0.16 ^b	5.25 ± 0.05 ^c
Carbohydrates (%)	0.10 ± 0.0 ^a	4.74 ± 0.19 ^b	4.22 ± 0.11 ^c
Hydroxyproline (%)	0.31 ± 0.01	0.34 ± 0.01	0.34 ± 0.04
Collagen in meat proteins (%)	9.79 ± 0.24	10.20 ± 0.79	10.70 ± 1.26
NaCl (%)	4.02 ± 0.19 ^a	4.53 ± 0.19 ^b	4.07 ± 0.05 ^a
Nitrite (mg kg ⁻¹)	1.86 ± 0.26 ^a	1.82 ± 0.40 ^a	2.57 ± 0.13 ^b

Means ± SD in the same row followed by different lower case super-script indicates differences ($P < 0.05$); C – control, I – 16% inulin gelled suspension, IO – 16% inulin/oil gelled emulsion.

جدول ۶ (پارامترهای اکسیداسیون لیپید و شاخص پروتئولیز سوسیس‌ها)

Table 4 Lipid oxidation parameters and proteolysis index of sausages after ripening (day 28) and 1-month storage (day 58)

Parameters	Formulations					
	C		I		IO	
	28	58	28	58	28	58
The total acid number (mg KOH g ⁻¹)	0.74 ± 0.06 ^{aA}	0.91 ± 0.01 ^{aB}	0.99 ± 0.02 ^{bA}	1.31 ± 0.01 ^{bB}	1.47 ± 0.04 ^{cA}	1.93 ± 0.02 ^{cB}
Peroxide value (mmol kg ⁻¹)	0.06 ± 0.02 ^{aA}	0.32 ± 0.07 ^{aB}	0.14 ± 0.03 ^{bA}	0.57 ± 0.05 ^{bB}	0.29 ± 0.05 ^{cA}	0.87 ± 0.18 ^{cB}
TBARs (mg MAL kg ⁻¹)	0.10 ± 0.01 ^{aA}	0.87 ± 0.14 ^{aB}	0.11 ± 0.03 ^{aA}	0.50 ± 0.04 ^{bB}	0.09 ± 0.01 ^{aA}	1.25 ± 0.04 ^{cB}
Proteolysis index (%)	11.76 ± 0.73 ^{aA}	15.73 ± 0.08 ^{aB}	11.60 ± 1.12 ^{aA}	9.47 ± 0.26 ^{bB}	11.65 ± 1.90 ^a	10.15 ± 0.64 ^c

Means ± SD for each period in the same row followed by different lower case superscript indicates differences ($P < 0.05$) among sausage formulations; Means ± SD for each type of sausage in the same row followed by different upper case superscript letters indicates differences ($P < 0.05$) after ripening and storage period; n.s.: not significant; $P > 0.05$, * $P < 0.05$; C – control, I – 16% inulin gelled suspension, IO – 16% inulin/oil gelled emulsion; F – formulations, T – ripening and storage time.

جدول ۷ (ارزیابی حسی سوسیس‌های کنترل و سوسیس‌های غنی‌شده با اینولین)

Table 6 Sensory evaluation of control and inulin supplemented sausages evaluated by a trained panel

Formulations	Trained panel					
	External appearance	Cross-sectional appearance	Colour and sustainability of colour	Odour and taste	Texture	Overall acceptance
C	5.00 ± 0.00	4.75 ± 0.42 ^a	4.90 ± 0.21	4.75 ± 0.35 ^a	4.85 ± 0.24	4.70 ± 0.35 ^a
I	5.00 ± 0.00	4.95 ± 0.16 ^a	5.00 ± 0.00	4.65 ± 0.34 ^a	4.85 ± 0.34	4.75 ± 0.26 ^a
IO	5.00 ± 0.00	4.40 ± 0.21 ^b	4.75 ± 0.35	4.10 ± 0.39 ^b	4.70 ± 0.35	4.20 ± 0.26 ^b

Means ± SD in the same column followed by different lower case superscript letters indicates differences ($P < 0.05$); 5-point scale: 1 = unacceptable, 5 = excellent; C – control, I – 16% inulin gelled suspension, IO – 16% inulin/oil gelled emulsion.



- اینولین به عنوان جایگزین چربی، هم ارزش تغذیه‌ای و هم پذیرش حسی سوسیس را حفظ یا حتی بهبود می‌بخشد.
- روغن کتان ارزش تغذیه‌ای را بالا می‌برد اما محصول را نسبت به اکسیداسیون حساس‌تر می‌کند.
- برای تولید صنعتی، استفاده از اینولین روشی ایمن و موثر است؛ اما اگر از روغن کتان استفاده شود، باید به پایداری اکسیداتیو و کیفیت بافت توجه ویژه داشت.

بنابراین، برای حفظ کیفیت و پایداری این نوع سوسیس‌ها، مطالعات بیشتری درباره روش‌های نگهداری و استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها پیشنهاد می‌شود.

مطالعه سوم

Inulin as a fat replacer in pea protein vegan ice cream and its influence on textural properties and sensory attributes

Vikram Reddy Narala , et al

Latvia-2022



بررسی اینولین به عنوان جایگزین چربی در بستنی گیاهی مبتنی بر پروتئین نخود و تأثیر آن بر ویژگی‌های بافتی و صفات حسی.



جدول ۸

Table 1

Formulations of pea protein ice-cream with inulin as a fat replacer.

Formulation	Pea protein isolate (w/v %)	Sugar (w/v %)	Rapeseed oil (v/v %)	Stabilizing mixture EXCELAIS 602 (w/v %)	Blueberry juice concentrate (w/v %)	Inulin (w/v %)	Water (v/v %)
A	5	20	10	0.7	2	0	62.3
B	5	20	8	0.7	2	2	62.3
C	5	20	6	0.7	2	4	62.3
D	5	20	4	0.7	2	6	62.3
E	5	20	2	0.7	2	8	62.3

همگن سازی تمام مواد در آب با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه با استفاده از همزن دور بالا



پاستوریزاسیون (همزن مغناطیسی با سرعت ۹۰۰ دور در دقیقه و صفحه گرم کننده در دمای ۸۵ °C به مدت ۱۰ دقیقه)

روش کار

بلافاصله سرد کردن مخلوط تا دمای ۲۰ درجه سانتی گراد با استفاده از سینک پر از یخ



نگهداری (۲ ساعت - دمای ۴ درجه سانتی گراد) به منظور آبرسانی کامل مواد



انجماد (استفاده از دستگاه بستنی ساز - دمای حدود منفی ۱۲ درجه سانتی گراد - ۷ دقیقه)



نگهداری به منظور سخت شدن (ظروف ۱۰۰ میلی لیتری - دمای منفی 18 ± 1 درجه سانتی گراد - ۱۴ ساعت)

روش کار (آنالیز ترکیبات شیمیایی و فیزیکی)

$$\text{اندازه گیری اورران: } 100 \times \frac{\text{وزن بستنی} - \text{وزن مخلوط بستنی}}{\text{وزن بستنی}} = \text{اورران \%}$$

اندازه گیری اورران:



نرخ ذوب شدگی:

- حدود ۱۰۰ میلی لیتر از نمونه بستنی بر روی یک توری استیل ضدزنگ با ضخامت ۱ میلی متر در دمای محیط (20 ± 1 درجه سانتی گراد) قرار داده شد و وزن بستنی ذوب شده هر ۱۰ دقیقه ثبت گردید.



دستگاه Texture AnalyserTA.HDplus

آنالیز بافتی:



آزمون هدونیک ۹ نقطه ای

ارزیابی حسی:



۱. تحلیل و جمع‌آوری داده‌ها : Microsoft Office Excel v16.0 و SPSS 19.0.
۲. مقایسه میانگین‌ها: آنالیز واریانس (ANOVA) و آزمون توکی
۳. اختلافات در سطح معنی‌داری: $p < 0.05$ معنادار



شکل ۲ (درصد ذوب شدگی)

مرور متون (ادامه)

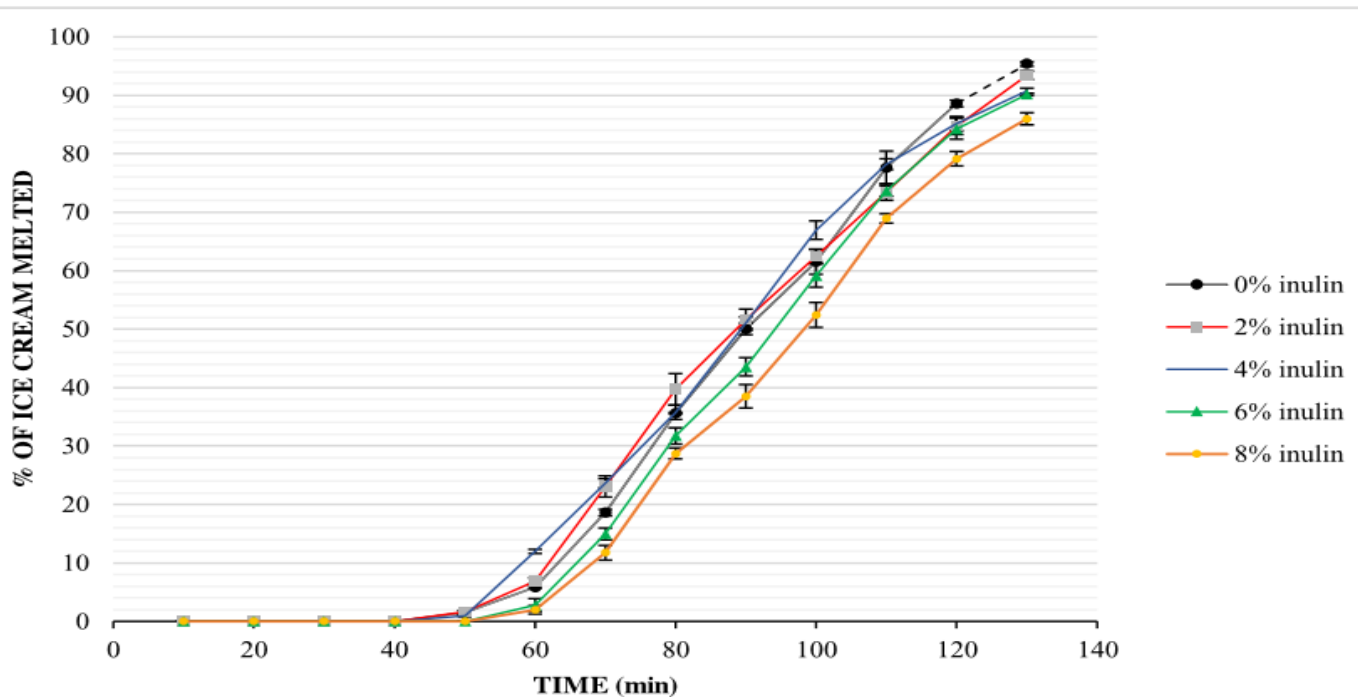


Fig. 1. Meting behavior of pea protein ice cream with 0, 2, 4, 6, and 8% of inulin as a fat replacer.

جدول ۹

مرور متون (ادامه)

(تغییرات در اورران، سختی و چسبندگی بستنی‌های پروتئین نخود با مقادیر ۰، ۲، ۴، ۶ و ۸ درصد اینولین به عنوان جایگزین چربی)

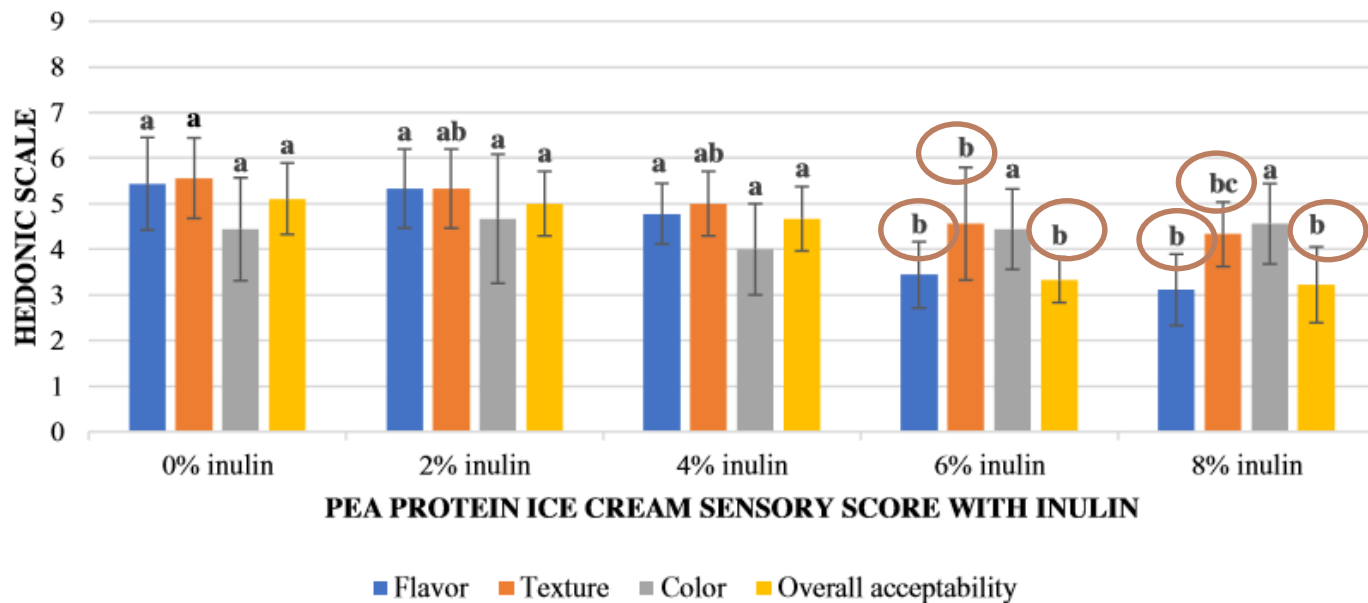
Table 2

Changes in overrun, hardness, and adhesiveness of pea protein ice creams with 0, 2, 4, 6, and 8% of inulin as a fat replacer.

	0% inulin	2% inulin	4% inulin	6% inulin	8% inulin
Overrun (%) 	34.8±2.3 ^a	36.2±3.54 ^{ab}	38.48±2.56 ^{bc}	28.21±3.26 ^d	25.78±3.06 ^e
Hardness (N) 	342.23±32.39 ^a	209.18±39.06 ^b	208.13±28.65 ^b	201.10±22.78 ^c	192.47±37.03 ^d
Adhesiveness (N.s) 	-5.69±3.5 ^a	-10.11±4.56 ^b	-13.51±4.62 ^c	-12.73±6.72 ^c	-16.27±3.26 ^d

*Different superscript letters show significant differences ($p < 0.05$) in a row.

شکل ۳ (ارزیابی حسی)



*Different letters (a, b, c) show significant differences ($p < 0.05$) in flavour, texture, color and overall acceptability of pea protein ice creams (with inulin 0, 2, 4, 6, and 8%).

Fig. 2. Sensory score of pea protein ice cream with 0, 2, 4, 6, and 8% of inulin as a fat replacer.

نتیجه گیری

افزایش اینولین تا ۴٪: بهبود اورران و کاهش سختی بستنی

مقادیر بالای اینولین (۶-۸٪): افزایش زمان ذوب،
تأثیر منفی روی طعم و پذیرش کلی

اینولین در سطوح ۲-۴٪: جایگزین مناسب
چربی در بستنی گیاهی

اینولین یک گزینه مناسب برای تولید بستنی کم چرب گیاهی است، اما نیاز به تنظیم دقیق مقدار آن دارد تا هم بافت مطلوب و هم طعم خوب حفظ شود.

مطالعه چهارم

Evaluation of Inulin as a fat replacer in meat burger

Mohie M. Kamil ,et al

Egypt - 2024



بررسی ارزیابی اینولین به عنوان جایگزین چربی در برگر گوشت



روش کار (مواد اولیه)

- گوشت خام گاو: از بازار محلی تهیه شد.
- ریشه کاسنی و پروتئین سویا: از مرکز تحقیقات کشاورزی قاهره.
- نشاسته سیبزمینی و سدیم تری پلی فسفات: از شرکت (Sigma-Aldrich) آمریکا.



روش کار (استخراج اینولین از ریشه کاسنی)

هم‌زدن پودر ریشه کاسنی با آب (نسبت ۱:۱۰ وزنی/حجمی) $\xleftarrow[۱ \text{ ساعت}]{۸۰^{\circ}\text{C}}$ صاف‌سازی اولیه با پارچه برای حذف مواد نامحلول

افزودن هیدروکسید کلسیم ۵٪ $\xleftarrow[۳۰ \text{ دقیقه}]{۵۰-۶۰^{\circ}\text{C}}$ صاف‌سازی با کاغذ صافی و تنظیم pH به ۸-۹ با اسید فسفریک ۱۰٪

استراحت محلول در ۶۰°C درجه سانتی‌گراد برای ۲-۳ ساعت $\longrightarrow$ صاف‌سازی مجدد

افزودن پودر ذغال فعال و هم‌زدن برای ۱۵-۳۰ دقیقه جهت حذف رنگدانه‌ها $\xleftarrow[۱۵-۳۰ \text{ دقیقه}]{۱۵-۳۰^{\circ}\text{C}}$ صاف‌سازی نهایی

روش کار (استخراج اینولین از ریشه کاسنی)

تغلیظ عصاره با تبخیرکننده دورانی 60°C ← رسوبدهی با اتانول ← نگهداری ۴ روز (20°C – 25°C)

شست و شوی رسوب با اتانول و خشک کردن نهایی تحت خلاء ← ۱ ساعت 60°C

لیوفیلیزه و نگهداری تا زمان مصرف



روش کار (تهیه برگر گوشتی)

۵۰۰ گرم گوشت گاو خرد و چرخ شده

↓ مخلوط کردن گوشت با:

۲٪ نمک + پروتئین سویا (۵۰ گرم) و آب (نسبت ۱:۵) + نشاسته سیبزمینی (۳٪) + تری پلی فسفات سدیم (۲۵/۰٪) + ادویه جات (فلفل سیاه، پودر سیر، پودر پیاز) + پاپریکا و

۱۵٪ چربی (کنترل)

۱۰٪ اینولین

۱۵٪ اینولین

۵٪ چربی + ۱۵٪ اینولین

} مقادیر مختلف اینولین و چربی

روش کار (تهیه برگر گوشتی)

شکل دهی به قالب‌هایی دایره‌ای (وزن ۵۰ گرم، قطر ۱۰ سانتی‌متر، ضخامت ۰/۵ سانتی‌متر)



بسته‌بندی در کیسه پلی‌اتیلنی و ذخیره در فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا ۹۰ روز



روش کار (اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی)

pH: دستگاه pH متر Hanna مدل 211 و الکتروود FC200B

WHC: تفاضل کاهش وزن نمونه برگرد در روز ۰ و ۹۰ بر حسب درصد

رنگ: دستگاه کالریمتر (Lab. ScanXE, Hunter Lab)

آنالیز بافتی: دستگاه Texture Analyser مدل Brookfield CT3-10 kg

روش کار (اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی)

اکسیداسیون:

دستگاه اسپکتروفتومتر UV-VI و جذب در طول موج ۵۳۸ نانومتر

ترکیبات شیمیایی:

مقادیر رطوبت، پروتئین خام، چربی، خاکستر و کربوهیدرات کل با استفاده از روش‌های استاندارد AOAC (2005)

ارزیابی حسی:

آزمون هدونیک هفت نقطه‌ای

روش کار (آنالیز آماری)

- داده‌های پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و تعیین تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.
- نتایج به صورت میانگین سه تکرار گزارش شد.



جدول ۱۰ (ترکیب شیمیایی کلی برگر گوشت گاو کم چرب در سطوح مختلف جایگزینی چربی با اینولین)

Table 1: Gross chemical composition of low-fat beef burger at different replacing levels with inulin.

Chemical content (%)	Control 15% fat	Burger Zero % Fat		Burger 5% Fat 15% Inulin
		10% Inulin	15% Inulin	
Moisture ↑	65.50 ^c ± 0.17	66.86 ^a ± 0.06	66.15 ^b ± 0.06	67.11 ^a ± 0.19
Protein ↓	27.21 ^a ± 0.135	24.65 ^b ± 0.12	23.44 ^c ± 0.23	20.22 ^d ± 0.100
Fat ↓	15.27 ^a ± 0.482	6.04 ^c ± 0.20	4.74 ^d ± 0.07	7.50 ^b ± 0.100
Fiber ↓	1.57 ^a ± 0.058	1.41 ^{ab} ± 0.02	1.35 ^b ± 0.01	1.30 ^b ± 0.170
Ash ↓	3.79 ^a ± 0.039	3.42 ^{bc} ± 0.12	3.47 ^b ± 0.01	3.31 ^c ± 0.001
pH ↓	6.47 ^a ± 0.006	6.43 ^b ± 0.03	6.46 ^a ± 0.01	6.47 ^a ± 0.00

Results represented the mean values of three replicated samples. In the same row, different letters mean significant differences ($P < 0.05$).

(اثر نگهداری منجمد سه ماهه در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد بر ظرفیت نگهداری آب، افت پخت و شاخص اکسیداسیون چربی در برگر گوشت کم چرب)

Table 2: Effect of frozen storage for three months at -20°C on water holding capacity (WHC), cooking loss, and TBA of a low-fat beef burger.

Properties	Control (15% fat)	10 % Inulin (0% Fat)	15 % Inulin (0% Fat)	15 % Inulin (5% fat)
WHC (%)				
Fresh	5.56 ± 0.012 ^c	6.47 ± 0.058 ^a	6.00 ± 0.058 ^b	5.06 ± 0.055 ^d
Frozen	5.01 ± 0.021 ^d	8.62 ± 0.020 ^c	14.41 ± 0.353 ^a	11.20 ± 0.431 ^b
Cooking Loss (%)				
Fresh	8.28 ± 0.163 ^d	13.11 ± 0.100 ^c	20.12 ± 0.110 ^b	21.72 ± 0.629 ^a
Frozen	11.45 ± 0.308 ^d	23.95 ± 0.269 ^c	28.47 ± 0.203 ^b	34.967 ± 0.091 ^a
TBA (mg M.A./100g sample)				
Fresh	1.09 ± 0.082 ^a	1.08 ± 0.114 ^a	1.077 ± 0.139 ^a	1.163 ± 0.087 ^a
Frozen	1.570 ± 0.313 ^a	1.117 ± 0.040 ^b	1.133 ± 0.231 ^b	0.843 ± 0.652 ^c

Results represented the mean values of three replicated samples. In the same row, different letters mean significant differences (P < 0.05).

جدول ۱۲

(اثر فرمولاسیون برگر با اینولین بر پارامترهای رنگ در طول نگهداری منجمد)

Table 3: Effect of formulation burger with inulin on color parameters during storage at -20°C for three months.

Fresh Burger samples	L*	a*	b*
At zero time			
Control (15% fat)	39.27 ^e ± 0.084	15.89 ^a ± 0.321	23.41 ^c ± 0.397
10 % Inulin (0% Fat)	43.58 ^d ± 0.142	15.49 ^{ab} ± 0.225	25.07 ^{ab} ± 0.793
15 % Inulin (0% Fat)	48.12 ^c ± 1.342	13.74 ^c ± 0.511	24.60 ^b ± 0.308
15 % Inulin (5% fat)	47.55 ^c ± 0.231	14.81 ^b ± 0.095	25.55 ^a ± 0.323
After three months			
Control (15% fat)	43.59 ^d ± 1.670	8.27 ^{de} ± 0.200	18.27 ^e ± 0.266
10 % Inulin (0% Fat)	46.99 ^c ± 0.510	8.92 ^d ± 0.075	20.59 ^d ± 0.290
15 % Inulin (0% Fat)	50.31 ^b ± 0.235	8.89 ^d ± 0.266	20.60 ^d ± 0.065
15 % Inulin (5% fat)	52.19 ^a ± 0.235	7.60 ^e ± 0.965	20.67 ^d ± 0.285

L*=lightness, a*=redness, b*=yellowness. Results represented the mean values of three replicated samples. In the same column, different letters mean significant differences (P< 0.05).

جدول ۱۳

(ترکیب شیمیایی کلی برگر گوشت گاو کم چرب در سطوح مختلف جایگزینی چربی با اینولین)

Table 5: Texture Profile Analysis (TPA) of fresh and stored Burger at -20° C for three months.

Properties	Fresh burger samples				Stored burger samples			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Deformation at hardness (mm)	2.993 ^{ab}	2.993 ^{ab}	2.997 ^{ab}	2.987 ^b	3.000 ^a	2.995 ^{ab}	3.000 ^a	2.995 ^{ab}
	±	±	±	±	±	±	±	±
	0.006	0.006	0.006	0.006	0.008	0.007	0.008	0.007
Adhesiveness (mJ)	2.600 ^{ab}	3.100 ^a	2.767 ^a	2.900 ^a	2.00 ^{bc}	1.500 ^c	1.400 ^c	1.400 ^c
	±	±	±	±	±	±	±	±
	0.361	0.300	0.551	0.624	0.707	0.424	0.283	0.141
Chewiness (mJ)	29.167 ^a	21.100 ^b	15.667 ^{bc}	10.267 ^d	35.100 ^a	21.300 ^b	17.400 ^{bc}	11.450 ^{cd}
	±	±	±	±	±	±	±	±
	2.899	1.916	5.216	2.754	10.607	4.243	0.566	2.899

T1 = Control (15% fat)

T2 = 10 % Inulin (0% Fat)

T3 = 15 % Inulin (0% Fat)

T4 = 15 % Inulin (5% Fat)

Values represented as means ± standard deviation. In the same raw, different letters mean significant differences (P< 0.05).

جدول ۱۴

اثر فرمولاسیون برگر با اینولین بر پارامترهای حسی در طول نگهداری منجمد)

Table (7): Effect of replacing fat with inulin in sensory properties of cooked burger.

Properties	Fresh burger samples after cooking			
	T1	T2	T3	T4
Color	9.43 ^a	8.43 ^b	8.00 ^b	8.00 ^b
Flavor	9.71 ^a	8.43 ^b	7.71 ^b	8.00 ^b
Juiciness	9.14 ^a	8.29 ^{ab}	7.57 ^b ↓	8.29 ^{ab}
Chewiness	9.00 ^a	8.57 ^a	8.14 ^{ab}	7.43 ^b ↓
Tenderness	9.43 ^a	8.56 ^a	7.86 ^b ↓	7.43 ^b ↓
Off Flavor	9.00 ^a	8.29 ^{ab}	7.43 ^b ↓	8.29 ^{ab}

T1 = Control (15% fat)

T2 = 10 % Inulin (0% Fat)

T3 = 15 % Inulin (0% Fat)

T4 = 15 % Inulin (5% Fat)

Results represented the mean values of three replicated samples. In the same row, different letters mean significant differences ($P < 0.05$).

نتیجه گیری

مرور متون (ادامه)

رنگ قرمزی (a^*)

- پس از سه ماه نگهداری، بین نمونه‌های فرمولاسیون شده با اینولین و نمونه شاهد از نظر قرمزی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بالاترین مقدار قرمزی به نمونه پخته شده حاوی ۱۵٪ اینولین + ۵٪ چربی تعلق داشت.

بافت (سختی)

- افزودن اینولین باعث افزایش معنی‌دار سختی برگر نسبت به نمونه شاهد شد. با این حال، پس از نگهداری، سختی نمونه شاهد افزایش یافت ولی در نمونه‌های حاوی اینولین کاهش نشان داد.

ویژگی‌های حسی و بافتی

- جایگزینی چربی با ۱۰٪ یا ۱۵٪ اینولین، یا ترکیب ۱۵٪ اینولین + ۵٪ چربی، هیچ اثر منفی معنی‌داری بر ویژگی‌های حسی یا بافتی برگر ایجاد نکرد و در عین حال موجب کاهش چربی محصول شد.



- یافته‌های به‌دست‌آمده توانایی جایگزینی چربی (۱۵٪) با ۱۰ یا ۱۵٪ اینولین، یا ترکیب ۱۵٪ اینولین + ۵٪ چربی را تأیید می‌کند؛ به‌طوری‌که اینولین در تمامی نمونه‌ها تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های حسی یا بافتی ایجاد نکرد و در عین حال موجب کاهش محتوای چربی در برگر گوشتی شد.



بحث

مکانیسم اثر اینولین به عنوان جایگزین چربی

۱- تشکیل ژل

۲- جذب و نگهداری آب

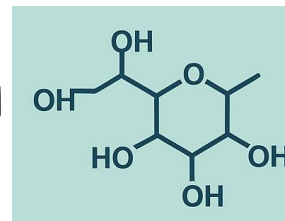
۳- تشکیل میکروکریستال

۴- کاهش کالری

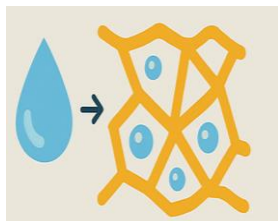
۵- اثرات سلامتی بخش



تشکیل شبکه ژل و شبیه‌سازی چربی



اینولین (فیبر محلول) + آب



تشکیل شبکه ژل سه‌بعدی

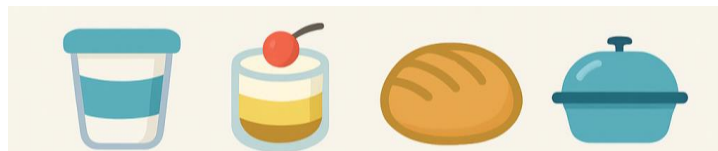
به دام انداختن آب



بافت
خامه‌ای

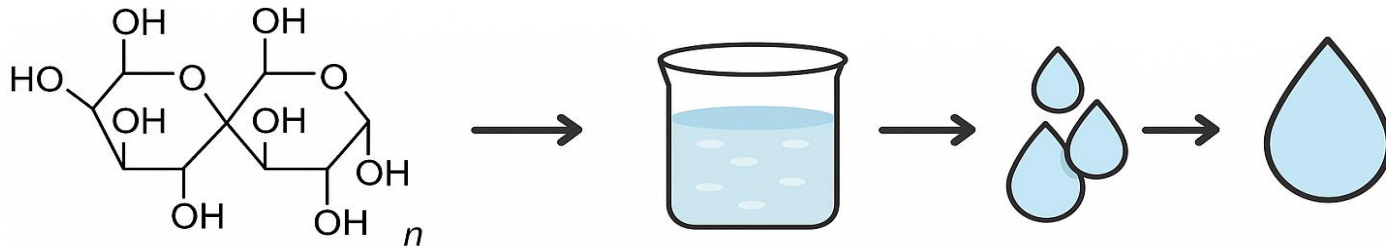
ایجاد بافت خامه‌ای

جایگزینی تا ۵۰٪ چربی در محصولات غذایی



• حفظ قوام محصول • بهبود کیفیت

جذب و نگهداری آب توسط اینولین در مواد غذایی

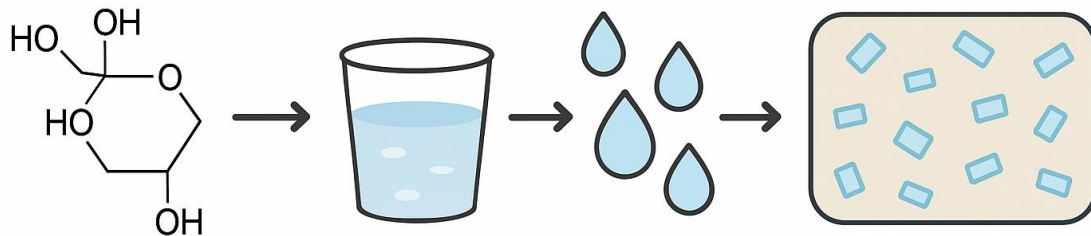


تشکیل ژل → جذب آب → حل شدن در آب → اینولین (فیبر محلول)

نقش جذب آب در بهبود خواص مواد غذایی:

- ۱- افزایش ویسکوزیته و قوام
- ۲- نگهداری رطوبت

تشکیل میکروکریستال



ویژگی‌ها و نقش‌ها:

- ایجاد احساس دهانی چرب و خامه‌ای (مثلاً در ماست کم‌چرب، بستنی، پنیر تقلیدی)
- اصلاح بافت و افزایش قوام بدون تغییر طعم یا شیرینی
- تثبیت ساختار محصول و جلوگیری از جداشدگی آب و چربی
- تخمیر تدریجی در روده و تولید کنترل شده اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیر (SCFAs) برای سلامت روده

کاهش کالری

Nutrition Facts	
About 112 servings per container	
Serving size	1 Scoop (3 g)
Amount per serving	
Calories	10
% Daily Value*	
Total Fat 0g	0%
Saturated Fat 0g	0%
Trans Fat 0g	
Cholesterol 0mg	0%
Sodium 0mg	0%
Total Carbohydrate 3g	1%
Dietary Fiber 3g	11%
Total Sugars 0g	
Includes 0g Added Sugars	0%
Protein 0g	
Vitamin D 0mcg 0%	Iron 0mg 0%
Calcium 0mg 0%	Potassium 0mg 0%
*The % Daily Value tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice.	
Calories per gram: Fat 9 · Carbohydrate 4 · Protein 4	

۱- کالری پایین اینولین

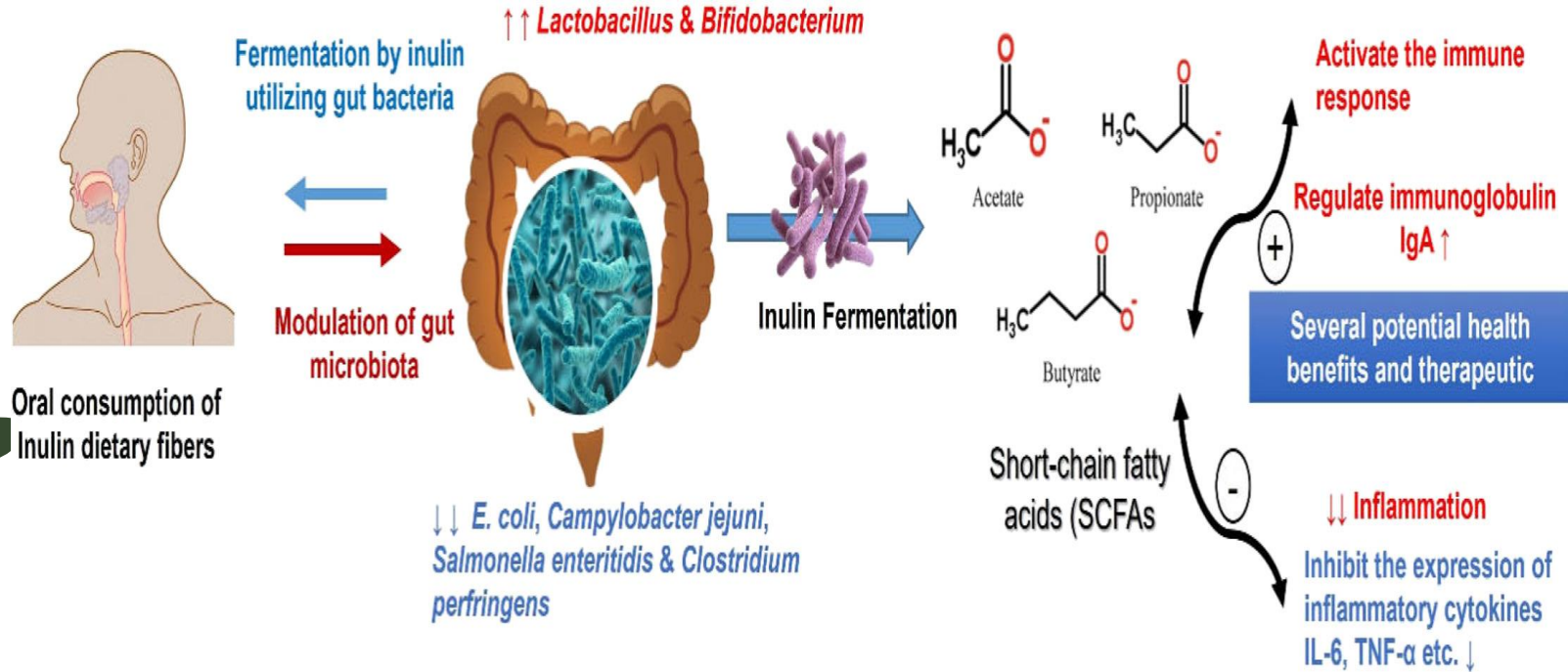
۱/۵ کیلوکالری انرژی

عدم هضم اینولین

۲- افزایش احساس سیری و کنترل اشتها

افزایش حجم محتویات معده و جذب آب

اثرات سلامتی بخش





نتیجہ گیری

عوارض

اینولین در مقادیر موجود در مواد غذایی برای اکثر افراد ایمن است.

همچنین، مصرف کوتاه مدت اینولین به صورت مکمل در بزرگسالان ایمن محسوب می شود.

دوز موثر روزانه ۵ گرم و حداکثر دوز مجاز ۱۵-۲۰ گرم توصیه شده است.

شایع ترین عوارض جانبی شامل تولید گاز، نفخ، اسهال، یبوست و گرفتگی عضلات است.

شدت این عوارض در دوزهای بالا (بیش از ۳۰ گرم) افزایش می یابد.

بیماران مبتلا به IBD (بیماری التهابی روده) یا IBS (سندرم روده تحریک پذیر) باید در مصرف آن احتیاط کنند.



نتیجه گیری کلی



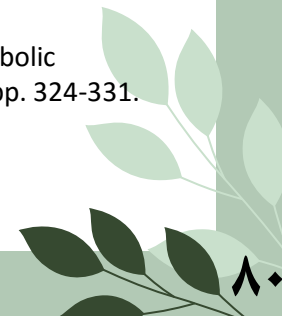
- استفاده از اینولین به عنوان جایگزین چربی نیازمند بهینه سازی فرمولاسیون است تا از نظر بافت، طعم و پایداری محصول نهایی بهترین نتیجه حاصل شود. همچنین ممکن است هزینه تولید کمی افزایش یابد که باید در طراحی محصول مد نظر قرار گیرد.
- در کل، اینولین یک گزینه سالم، طبیعی و کارآمد برای کاهش چربی در محصولات غذایی است که ضمن حفظ کیفیت حسی، به بهبود ارزش تغذیه ای و سلامت مصرف کننده کمک می کند و آینده روشنی در توسعه غذاهای کم چرب و عملکردی دارد.

1. Harvard Health Publishing. Know the facts about fats. Available at: <https://www.health.harvard.edu> .
2. Cleveland Clinic. (2025) Adipose Tissue (Body Fat): Anatomy & Function. Available at: <https://my.clevelandclinic.org> .
3. European Food Information Council (EUFIC). (2015) Functions of fats in the body. Available at: <https://www.eufic.org>.
4. Bourouis, I., Pang, Z. and Liu, X. (2024) 'Recent advances on uses of protein and/or polysaccharide as fat replacers: Textural and tribological perspectives: A review', *Food Hydrocolloids*, 136, p. 108239 [online]. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.108239>.
5. Bourouis, I., Pang, Z. and Liu, X. (2024) 'Recent advances on uses of protein and/or polysaccharide as fat replacers: Textural and tribological perspectives: A review', *Food Hydrocolloids*, 136, p. 108239. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.108239> .
6. Raibagkar, A.S. and Patange, D.D. (2023). Fat Replacers-An Overview. Bioscience Biotechnology Research Communications, Special Issue January 2023, pp. 15-25. Available at: ashwini_raibagkar@yahoo.co.in.
7. Shaltout, O.E. and Youssef, M.M. (2007). Fat Replacers and Their Applications in Food Products: A Review. Alexandria Journal of Food Science and Technology, 4(1), pp. 29-44. Available at: https://ajfs.journals.ekb.eg/jufile?ar_sfile=56793.
8. Colla, K., Costanzo, A. and Gamlath, S. (2018). Fat Replacers in Baked Food Products. *Foods*, 7(12), p. 203.
9. Singh, B. & Sharma, S. (2024) 'Obesity and its impact on endocrine health: Risk factors and health consequences', *Frontiers in Endocrinology*, 15, 1364503. Available at: <https://www.frontiersin.org/journals/endocrinology/articles/10.3389/fendo.2024.1364503/full>.
10. Roberfroid, M.B. (2023) 'Inulin: properties and health benefits', *Food & Function*, 14(7), pp. 2948–2968. Available.



11. Krystyjan, M., Gumul, D., Ziobro, R. and Sikora, M. (2015) 'The effect of inulin as a fat replacement on dough and biscuit properties', *Journal of Food Quality*, 38(5), pp. 350–358.
12. Glisic, M., Baltic, M., Glisic, M., Trbovic, D., Jokanovic, M., Parunovic, N., Dimitrijevic, M., Suvajdzic, B., Boskovic, M. and Vasilev, D. (2023) 'Inulin-based emulsion-filled gel as a fat replacer in prebiotic- and PUFA-enriched dry fermented sausages', *Food Chemistry*, 404, p. 134684.
13. Narala, V.R., Orlovs, I., Jugbarde, M.A. and Masin, M. (2024) 'Inulin as a fat replacer in pea protein vegan ice cream and its influence on textural properties and sensory attributes', *Food Hydrocolloids*, [online].
14. Kamil, M.M., Mohamed, G.F., Ali, H.S., Ragb, G.H. and Zaky, A.A. (2023) 'Evaluation of inulin as a fat replacer in meat burger', *Journal of Food Science and Technology*, [online].
15. Kheto, A., Bist, Y., Awana, A., Kaur, S., Kumar, Y. and Sehrawat, R. (2023). Utilization of inulin as a functional ingredient in food: Processing, physicochemical characteristics, food applications, and future research directions. *Food Chemistry Advances*, 3, 100443
16. Gibson, G.R., Probert, H.M., Van Loo, J., Rastall, R.A. and Roberfroid, M.B. (2017). Inulin: Properties, health benefits and food applications. *Food Chemistry*, 233, pp. 1-10
17. Teferra, T.F. (2021). Possible actions of inulin as prebiotic polysaccharide: A review. *Food Frontiers*, 2(3), pp. 350-363.
18. Sheng, W., Ji, G. and Zhang, L. (2023). Immunomodulatory effects of inulin and its intestinal metabolites. *Frontiers in Nutrition*, 10.
19. Syan, V., Kaur, J., Sharma, K. & Bhadariya, V. (2022) 'An overview on the types, applications and health implications of fat replacers', *Journal of Food Science and Technology*, December.
20. Gao, Y., Zhao, Y., Yao, Y., Chen, S., Xu, L., Wu, N. and Tu, Y. (2024) 'Recent trends in design of healthier fat replacers: Type, replacement mechanism, sensory evaluation method and consumer acceptance', *Food Chemistry*, Jiangxi Agricultural University, Nanchang, China.

21. EPPI-Centre, Cochrane and Joanna Briggs Institute (2021) 'Systematic review: methodology and applications', *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2021(3), pp. 1-25.
22. Kim, S., et al. (2001) 'Physicochemical properties of inulin and its application in food systems', *Journal of Food Science and Technology*, 38(3), pp. 234-241.
23. Galab, S. (2004) 'Functional properties of inulin in low-fat dairy products', *International Dairy Journal*, 14(8), pp. 677-683.
24. Slavin, J. (2013) 'Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits', *Nutrients*, 5(4), pp. 1417-1435.
25. Meyer, D., Stintzing, F.C. and Carle, R. (2016) 'Inulin and oligofructose: functional food ingredients', *Food Reviews International*, 32(1), pp. 1-24.
26. Roberfroid, M.B. (2007) 'Prebiotics: the concept revisited', *The Journal of Nutrition*, 137(3), pp. 830S-837S.
27. Gibson, G.R. and Roberfroid, M.B. (1995) 'Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics', *The Journal of Nutrition*, 125(6), pp. 1401-1412.
28. Cani, P.D. et al. (2009) 'Gut microbiota fermentation of prebiotics increases satietogenic and incretin gut peptide production with consequences for appetite sensation and glucose response after a meal', *The American Journal of Clinical Nutrition*, 90(5), pp. 1236-1243.
29. Bindels, L.B., Delzenne, N.M., Cani, P.D. and Walter, J. (2015) 'Towards a more comprehensive concept for prebiotics', *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 12(5), pp. 303-310.
30. Vulevic, J., Juric, A., Tzortzis, G. and Gibson, G.R. (2013) 'A mixture of trans-galactooligosaccharides reduces markers of metabolic syndrome and modulates the fecal microbiota and immune function of overweight adults', *The Journal of Nutrition*, 143(3), pp. 324-331.



با تشکر از توجه شما

