

Evaluation of Antioxidant Activity and Prebiotic Potential of Quinoa Flour and Its Overall Acceptance in Dairy Dessert

Nadiya Ariapour¹, Mohammad Hojjati^{✉2}, Hossein Jooyaandeh² and Mohammad Noshad²

¹MSc Student, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

²Professor, Professor and Associate Professor respectively, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

✉  Corresponding author: hojjati@asnrukh.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 2024-06-16
Accepted: 2024-08-22
Published: 2025-05-31

Keywords:
Quinoa flour, Dairy dessert,
Porridge, Rice flour,
Antioxidant activity, Prebiotic

ABSTRACT

Background: Quinoa is a pseudo-cereal with exceptional nutritional value, known as a source of complete protein, unsaturated fatty acids, minerals, vitamins, fiber, and antioxidants.

Aims: This study aimed to evaluate the potential of using quinoa flour, in combination with rice flour, in the production of a dairy dessert (porridge).

Methods: Initially, the physicochemical properties (moisture, fat, ash, protein, acidity, and pH) of quinoa flour and rice flour were examined. Subsequently, the antioxidant activity (DPPH), total phenolic content, and prebiotic potential of quinoa flour were determined using *Lactobacillus acidophilus*. The dessert was produced using different levels of quinoa flour (0, 20, 40, and 60 %) and cow's milk and buffalo's milk at three levels (0, 50, and 100 %). Its overall acceptance was evaluated over 14 days of storage using a 9-point hedonic scale.

Results: The moisture, ash, fat, protein, fiber, acidity, and pH of quinoa flour were found to be 8.5%, 2.6%, 15.88%, 14.18%, 3.60%, 6% and 6.31 respectively. The total phenolic content was 269.39 mg GAE/g. Results of scavenging capacity and antioxidant properties measured using DPPH was 89.48 µg/ml. According to the prebiotic test results, after 72 hours, the survival rate of *L. acidophilus* in the quinoa flour environment, with a value of $8.85 \pm 1.20 \log \text{ cfu/ml}$, showed a significant difference compared to the control and inulin environments. Increasing the substitution level of quinoa flour beyond 40 percent reduced overall acceptance. Over time, the overall acceptance scores significantly decreased, and increasing the substitution of cow's milk with buffalo's milk increased the overall acceptance score. However, substituting rice flour with quinoa flour decreased the overall acceptance score. In conclusion, considering the prebiotic potential of quinoa flour and based on the results of this study, it is suggested that up to 40% of rice flour can be replaced with quinoa flour to produce porridge with better health-promoting properties.

Conclusion: The results indicated significant antibacterial activity of kefir samples prepared with soy milk against the tested bacteria except for *B. cereus* and the standard strain of *E. coli*.



Extended Abstract

Introduction: Pseudo-cereals are widely used for the development of functional foods. It has been shown that pseudo-cereals contain compounds such as fiber, proteins, lignin, amino acids, fatty acids, dietary fiber, minerals, phenolic compounds, vitamins, and more, which are beneficial for health. One of these beneficial pseudo-cereals is quinoa (Lazos et al., 1986). Quinoa, with the scientific name of *Chenopodium quinoa* Willd., is a good source of complete protein (including 9 essential amino acids), unsaturated fatty acids, minerals, vitamins, fiber, and antioxidants, making it known as a superfood (rich in minerals and vitamins) (Shilpi et al., 2016). Quinoa contains more phenols than all grains and pseudo-cereals, the most abundant being ferulic acid and quercetin (Tang et al., 2015). The antioxidant activity of quinoa is associated with its vitamin E content and phenolic compounds (Sadler et al., 2004). Quinoa also helps reduce various diseases, such as cardiovascular diseases, type 2 diabetes, certain cancers, high blood pressure, and obesity, and is a good choice for individuals with sensitivities to specific food groups (Shilpi et al., 2016). Quinoa has a high biological value (73%), similar to beef (74%) and higher than white rice (56%), wheat (49%), and corn (36%) (Kharis Sanchez et al., 2015). Including quinoa in the diet can be a good strategy for consuming high-biological value proteins and all essential amino acids (Gordillo Bastidas et al., 2016). According to the national standard of Iran No. 7110 of 2003, a dairy dessert is a product that typically uses milk and its derivatives, fruits and their derivatives, grains, nuts, and permitted additives in its production. The use of any preservatives in dairy desserts is prohibited. One of the essential features of these desserts is the high energy they receive and creating a pleasant feeling in the consumer due to the type of ingredients (De-Vic et al., 2003). Therefore, using quinoa flour, this nutritious pseudo-cereal, in combination with rice flour in producing dairy desserts such as porridge,

can help produce a highly nutritious product for consumers

Material and methods: White quinoa variety, rice flour, and sugar were purchased from the local Ahvaz market, and cow's milk and buffalo milk were bought from the animal husbandry station of Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, southwest of Iran. Then, quinoa flour was prepared using a BRAUN KSM2 mill. Twelve samples of dairy dessert containing various amounts (0, 50, and 100 percent) of cow and buffalo milk, quinoa flour (0, 20, 40, and 60 percent) were prepared with the formulation of milk (88.88%), flour (44.4%), and sugar (68.6%). For making the dessert, pasteurized milk was cooled, and after standardizing its fat content, sugar and a mixture of rice flour and quinoa flour were added to the milk and stirred to prevent clumping. It was stirred over the flame for 10 to 15 minutes until it reached the desired consistency. After cooling, the dessert was poured into disposable plastic containers and transferred to a refrigerator at 4°C for research tests on days 1 (24 hours after production), 7, and 14. The chemical compositions of the two flours were measured using standard methods. The moisture content of the flour was measured according to AACC 44-16, the ash content according to AACC 08-01, the fat content using the Soxhlet device and AACC 30-25, the protein content according to AACC 46-12, and the crude fiber content according to AOAC 43-991. The acidity and pH of the flour were also measured according to the national standard of Iran No. 11136. The antioxidant capacity of quinoa flour was determined using the DPPH method (Jayathilake et al., 2016). The prebiotic activity of this flour was examined in vitro on *L. acidophilus*. The pH of the environment was also measured by a pH meter to evaluate the metabolism of the flour (Hojjati et al., 2023). Some female Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University students evaluated the sensory acceptance of the produced dessert samples using a 9-point hedonic test and rated them on a scale of 1-10 (1 being the lowest and 10 being the highest).

The results were analyzed using SPSS software version 18, and the means were compared with Duncan's test at a 95% confidence level. Charts were drawn using EXCEL software.

Results and discussion: According to the results, the moisture content in rice flour and quinoa flour was determined to be (7.75 ± 0.20) and (8.50 ± 0.25) respectively. The ash content was (0.60 ± 0.04) for rice flour and (2.60 ± 0.10) for quinoa flour. The fat content in rice flour and quinoa flour was found to be (9.90 ± 0.40) and (15.88 ± 0.50) respectively. The protein content was (8.93 ± 0.30) in rice flour and (14.18 ± 0.50) in quinoa flour. The fiber content in rice flour and quinoa flour was (2.20 ± 0.20) and (3.60 ± 0.15) respectively. The pH levels were (6.61 ± 0.20) for rice flour and (6.31 ± 0.20) for quinoa flour, while the acidity levels were (2.40 ± 0.30) for rice flour and (6.00 ± 0.40) for quinoa flour. Furthermore, the total phenol content in quinoa flour was significantly higher than in rice flour ($p < 0.05$), with values of (139.96 ± 4.24) mg GAE/g in rice flour and (269.39 ± 2.41) mg GAE/g in quinoa flour. Shen et al. (2009) reported that the total phenol content is related to the color parameters of rice grain. In the study by Esfandiari et al. (2019), quinoa grain and leaf phenolic compounds and antioxidant properties were examined in laboratory conditions. The total phenol content in quinoa grain extract was 76.3 mg gallic acid per gram of extract, with major phenolic compounds being gallic acid, para-coumaric acid, caffeic acid, chlorogenic acid, quercetin, and kaempferol (Esfandiari et al., 2019). These differences could be due to differences in extraction methods, genotypes, soil types, and environmental conditions (Nsimba et al., 2008; Alvarez-Jubete et al., 2010). The DPPH free radical scavenging activity of quinoa flour is significantly higher than rice flour ($p < 0.05$), with the amount in rice flour and quinoa flour being (81.62 ± 1.92) and (89.48 ± 0.29) micrograms per milliliter, respectively. Prebiotics are indigestible dietary fibers resistant to stomach acid, hydrolysis by

mammalian enzymes, and absorption in the upper gastrointestinal tract and selectively stimulate the growth or activity of one or a few probiotic bacteria in the gut, benefiting the host's health. Results show that the number of bacteria in all substrates significantly increased compared to the initial number of probiotics ($6 \log \text{ cfu/ml}$) during the first 24 hours. On the first and second days, the highest bacterial survival rate was related to the 1% quinoa flour environment, and the lowest was the control environment. On the third day, the highest survival rate ($8.85 \pm 1.20 \log \text{ cfu/ml}$) was related to the 0.5% and 1% quinoa flour environment, and the lowest number ($6.20 \pm 0.85 \log \text{ cfu/ml}$) was related to the control environment. During this period, the growth of the probiotic *L. acidophilus* in the quinoa flour environment significantly differs from other environments, so quinoa flour can be considered a prebiotic compound. In the food industry, producing new products requires acceptance and approval from consumers. Therefore, evaluating and determining the best formulation by evaluators is necessary (Lukco & Delahanty, 2004; Behrens et al., 2007). According to the results, by increasing the replacement percentage of quinoa flour, the overall acceptance score of the samples significantly decreased. With the increase in storage time, the overall acceptance scores also significantly decreased. On the other hand, by increasing the replacement percentage of cow's milk with buffalo milk, the overall acceptance score increased, with the lowest overall acceptance score (7.67 ± 0.45) related to the dessert containing 60% quinoa flour and made with 100% cow's milk, and the highest overall acceptance score (9.01 ± 0.56) related to the dessert made with 100% buffalo milk and rice flour. The decrease in overall acceptance score with increasing the replacement percentage of rice flour with quinoa flour is the color, taste, and aroma of quinoa flour.

Conclusion: The results of the current study showed that quinoa flour is a pseudo-cereal with special nutritional value, high antioxidant capacity, and prebiotic potential and can be used to produce functional food products. Due

to its distinctive aroma and flavor, quinoa flour can reduce consumers' overall acceptance of such products, which can be compensated by adding aromatic additives like vanilla and rose water in dairy desserts such as porridge.

ارزیابی فعالیت ضد اکسیدانی و پتانسیل پری بیوتیکی آرد کینوا و بررسی پذیرش کلی استفاده از آن در دسر لبنی

نادیا آریاپور^۱، محمد حجتی^۲✉، حسین جوینده^۲، محمد نوشاد^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران
^۲ به ترتیب استاد، استاد و دانشیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

✉ مسئول مکاتبه: hojjati@asnrukh.ac.ir 

چکیده

مشخصات مقاله

نوع مقاله:

علمی پژوهشی

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۲۷

پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۱

انتشار: ۱۴۰۴/۳/۱۰

کلید واژگان:

آرد کینوا، دسر لبنی، فرنی، آرد برنج، فعالیت ضد اکسیدانی، پری بیوتیک

زمینه مطالعاتی: کینوا شبه غله‌ای سرشار از ترکیبات مغذی است.

هدف: پتانسیل استفاده از آرد کینوا، در ترکیب با آرد برنج در تولید دسر لبنی (فرنی) بررسی گردید. روش کار: ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی آرد کینوا و آرد برنج ارزیابی و سپس فعالیت ضد اکسیدانی، محتوای فنل کل و پتانسیل پری بیوتیکی آرد کینوا به کمک باکتری لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس بررسی گردید. دسر با استفاده از سطوح مختلف آرد کینوا (صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰٪) و شیر گاو و گاو میش (صفر، ۵۰ و ۱۰۰٪) تولید و پذیرش کلی آن طی ۱۴ روز نگهداری توسط ارزیاب‌های متخصص بررسی شد.

نتایج: میزان رطوبت، خاکستر، چربی، پروتئین، فیبر و اسیدیته و pH آرد کینوا به ترتیب ۸/۵٪، ۲/۶٪، ۱۵/۱۸٪، ۳/۶۰٪، ۶٪ و ۶/۳۱ به دست آمد. میزان فنل کل ۲۶۹/۳۹ میلی گرم معادل اسید گالیک در ۱۰۰ گرم نمونه و درصد مهار رادیکال‌های آزاد DPPH، ۸۹/۴۸ درصد بود. پس از گذشت ۷۲ ساعت میزان زنده‌مانی لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس در محیط آرد کینوا با میزان $10^{1.2} \pm 8.85$ log cfu/ml اختلاف معنی‌داری با محیط کنترل و اینولین داشت. با افزایش جایگزینی آرد کینوا بیش از ۴۰ درصد، پذیرش کلی کاهش یافت. با افزایش مدت زمان نگهداری، امتیاز پذیرش کلی به طور معنی‌داری کاهش یافت و با افزایش درصد جایگزینی شیر گاو با شیر گاو میش، امتیاز پذیرش کلی افزایش یافت، اما جایگزینی آرد برنج با آرد کینوا، سبب کاهش امتیاز پذیرش کلی شد.

نتیجه‌گیری نهایی: باتوجه به پتانسیل پری بیوتیکی آرد کینوا و باتوجه به نتایج این تحقیق، پیشنهاد می‌گردد که جهت تولید فرنی با ویژگی‌های سلامت‌زایی بهتر، می‌توان تا ۴۰ درصد از آرد برنج را با آرد کینوا جایگزین نمود.

مقدمه

شبه‌غلات به طور گسترده برای توسعه غذاهای کاربردی استفاده می‌شود. مشخص شده است که شبه غلات دارای ترکیباتی همچون پروتئین‌ها، لیگنین، اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب، فیبر غذایی، موادمعدنی، ترکیبات فنلی، ویتامین‌ها و غیره بوده که برای سلامتی مفید می‌باشد. اگرچه بیشتر گیاهان خانواده *Chenopodiaceae* از نظر تغذیه‌ای برای بشر مفید هستند، اما فقط سه گیاه این خانواده اهمیت داشته و در سراسر جهان شبه‌غله نامیده می‌شوند. در کنار آمارانت (گل تاج خروس)، کینوا و گندم سیاه نیز به عنوان شبه‌غله شناخته می‌شوند (لازوس، ۱۹۸۶). کینوا با نام علمی *Chenopodium quinoa* شبه‌غله‌ای با ارزش غذایی ویژه است. این گیاه در ۵۰۰۰-۷۰۰۰ سال گذشته در ناحیه کوه‌های آند بولیوی و پرو کشت می‌شد (تانگ و همکاران، ۲۰۱۵؛ گونزالس مارتین و همکاران، ۲۰۱۴ و وگاگالوز و همکاران، ۲۰۱۰). کینوا منبع خوبی از پروتئین کامل (شامل ۹ اسید آمینه ضروری)، اسیدهای چرب اشباع نشده، مواد معدنی، ویتامین‌ها، فیبر و ضداکسیدان‌ها می‌باشد که به‌عنوان یک سوپرفود (سرشار از مواد معدنی و ویتامین‌ها) شناخته می‌شود (شیلپی و همکاران، ۲۰۱۶). کینوا حاوی فنول‌های زیادی نسبت به همه غلات و شبه‌غلات می‌باشد که فراوان‌ترین آن‌ها عبارتند از فرولیک اسید و کوئرستین (تانگ و همکاران، ۲۰۱۵). فعالیت ضداکسیدانی کینوا با محتوای ویتامین E و ترکیبات فنولی آن همراه است (سدلر و همکاران، ۲۰۰۴). کینوا همچنین به کاهش بیماری‌های مختلفی مثل بیماری‌های قلبی و عروقی، دیابت نوع ۲، برخی سرطان‌ها، فشار خون بالا و چاقی کمک می‌کند و نیز انتخاب خوبی برای افرادی است که نسبت به گروه‌های خاص غذایی حساسیت دارند (شیلپی و همکاران، ۲۰۱۶). سال ۲۰۱۳ میلادی توسط ایالت متحده تحت عنوان سال بین‌المللی کینوا اعلام شد تا

ظرفیت بالقوه آن به رسمیت شناخته شود (گوردیلو باستیداس و همکاران، ۲۰۱۶).

برنج با نام علمی *Oryza Sativa* یکی از مهم‌ترین غلات و از گیاهان علفی مهم در قاره آسیا است (ژان و همکاران، ۲۰۱۷). برنج نیز غله‌ای است که به دلیل طبیعی بودن، عدم ایجاد حساسیت، بی‌رنگی، طعم ملایم، خواص تغذیه‌ای منحصربه‌فرد از جمله مقادیر کم سدیم، پروتئین، چربی و مقادیر بالای کربوهیدرات‌های با قابلیت هضم بالا به وفور در فرمولاسیون مواد غذایی فراسودمند مورد استفاده قرار می‌گیرد (ذبیحی و کاراژیان، ۱۴۰۰). طبق تعریف استاندارد ملی ایران به شماره ۷۱۱۰ سال ۱۳۸۲ نیز، دسر لبنی به محصولی اطلاق می‌شود که در تولید آن به‌طور معمول از شیر و فرآورده‌های آن، میوه‌ها و فرآورده‌های آن‌ها، غلات، مغزهای خوراکی و افزودنی‌های مجاز استفاده شود و استفاده از هرگونه نگهدارنده در دسرهای لبنی، غیر مجاز می‌باشد. این فرآورده در دمای یخچال نگهداری و در بسته‌بندی یکبار مصرف مجاز به بازار عرضه می‌گردد. هدف از تولید دسرهای لبنی، ایجاد تنوع در سبد غذایی مردم و نیز تولید فرآورده‌ای لذیذ است. یکی از ویژگی‌های مهم این دسرها، بالا بودن انرژی دریافتی از آن‌ها و ایجاد حس خوشایند در فرد مصرف‌کننده به واسطه نوع ترکیبات آن‌ها می‌باشد (دی‌ویک و همکاران، ۲۰۰۳). لذا استفاده از آرد کینوا این شبه غله مغذی، به صورت ترکیبی با آرد برنج در تولید دسرلبنی می‌تواند به تولید محصولی فراسودمند با خواص ریزمغذی بالا برای مصرف‌کنندگان کمک کند. کودینا و همکاران (۲۰۱۶) طی انجام پژوهشی نشان دادند در نمونه‌های ماست حاوی شیر گاو که دارای آرد کینوا بود، کاهش بسیار چشمگیری در مقدار pH در مقایسه با نمونه شاهد در طول زمان تخمیر مشاهده شده است. همچنین تصاویر میکروسکوپی نمونه‌های ماست مورد بررسی نشان دادند شبکه ژل پایدار با مقاومت کافی به

روزهای اول (۲۴ ساعت پس از تولید)، هفتم و چهاردهم نگهداری شد.

ارزیابی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آرد کینوا و آرد برنج

ترکیبات شیمیایی این دو آرد با استفاده از روش های استاندارد اندازه گیری شد. میزان رطوبت آردها طبق روش استاندارد AACC 44-16، میزان خاکستر نمونه ها طبق روش استاندارد AACC 08-01، میزان چربی با استفاده از دستگاه سوکسله و طبق روش استاندارد AACC 30-25، مقدار پروتئین با روش میکروکجلدال و طبق روش استاندارد AACC 46-12 و میزان فیبر خام موجود در آرد طبق استاندارد AOAC 43-991 اندازه گیری شدند. اسیدیته و pH آردها نیز به طبق روش استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۱۳۶ اندازه گیری شد.

برای تعیین میزان ظرفیت ضد اکسیدانی آرد کینوا از روش DPPH استفاده شد. در این روش قابلیت احیا کردن ترکیبات اکسید کننده توسط نمونه ها به وسیله ارزیابی میزان بیرنگ شدن محلول بنفش معرف ۲،۲-دی فنیل-۱-پیکریل هیدرازیل اندازه گیری شد. از اسپکتروفتومتر (مدل لیبر ۲۲، شرکت بیوکروم، کمبریج، انگلستان)، برای اندازه گیری میزان جذب در ۵۱۷ نانومتر استفاده شد (جایاتیلیک و همکاران، ۲۰۱۶).

فعالیت پری بیوتیکی آرد کینوا و آرد برنج در شرایط *in vitro* بر روی باکتری *لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس* BCRC10695 جدا شده از ماست محلی بهیجان بررسی شد. برای تهیه کنترل مثبت، ۱ میلی لیتر از *لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس* $10^6 \times 1$ CFU/ml فعال به همراه اینولین تجاری (دو غلظت ۰/۵ و ۱ درصد)، به محیط MRS broth منتقل شد. برای تهیه تیمارهای پری بیوتیکی نمونه آرد (دو غلظت ۰/۵ و ۱ درصد) و *لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس* به MRS broth اضافه شدند. تیمارهای مذکور در لوله های فالتون ۵۰ میلی لیتری تهیه شدند. در جارهای بی هوازی قرار گرفته و انکوبه گذاری صورت گرفت. سپس ۱۰۰ میکرو لیتر از هر کشت با فواصل زمانی مختلف (۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت) روی صفحات MRS آگار پخش شده و پلیت ها در ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت انکوبه شدند. شمارش باکتری به صورت Log

آب اندازی در سطح بالای آرد کینوا ایجاد می شود. ال شافعی و سکر (۲۰۲۰)، در پژوهشی تاثیر افزودن عصاره کینوا به شیر بز و اثر آن بر تخمیر شیر را مورد بررسی قرار دادند. افزودن این عصاره سبب کاهش زمان تخمیر و افزایش زنده ماندنی باکتری های اسید لاکتیک شد که کاهش زمان تخمیر در نمونه های شیر حاوی عصاره کینوا به دلیل تغییرات سریع تر در pH و اسیدیته قابل تیتراسیون در مقایسه با نمونه کنترل است. هدف از این پژوهش ارزیابی استفاده از آرد کینوا در فرمولاسیون دسرهای لبنی بر پایه آرد برنج و تولید محصولی با خواص عملکردی منحصر به فرد است.

مواد و روش ها

مواد مورد استفاده در تهیه دسر لبنی

وارسته سفید دانه کینوا، آرد برنج و شکر از بازار محلی اهواز خریداری شد. سپس با استفاده از آسیاب مدل BRAUN KSM2 آرد کینوا تهیه شد. شیر گاو و شیر گاومیش نیز از ایستگاه دامپروری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان تهیه شد.

تولید دسر لبنی حاوی آرد کینوا

۱۲ نمونه دسر لبنی حاوی مقادیر (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ درصد) شیر گاو و شیر گاومیش، آرد کینوا (صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد)، با فرمولاسیون شیر (۸۸/۸۸٪)، آرد (۴۴/۴٪) و شکر (۶/۶۸٪) تهیه شد. برای تهیه فرنی، ابتدا شیر پاستوریزه و خنک شد و پس از استاندارد شدن چربی آن، شکر و مخلوطی از آرد برنج و آرد کینوا به شیر اضافه و هم زده شد تا حالت کلوخه ای پیدا نکند. سپس روی شعله قرار داده و به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه هم زده تا فرنی به قوام مورد نظر رسید. فرنی پس از خنک شدن در ظروف پلاستیکی یکبار مصرف ریخته و پس از درب گذاری، به یخچال با دمای ۴ درجه سلسیوس منتقل و تا زمان آزمون های لازم نگهداری شدند. آزمون های این پژوهش در

CFU/mL بیان شد. pH محیط نیز برای ارزیابی متابولیسم آرد، توسط pH متر اندازه‌گیری شد (حجتی و همکاران، ۲۰۲۳).

تست پذیرش کلی دسر

پذیرش حسی نمونه‌های فرنی تولیدی در چهارچوب آزمون هدونیک ۹ نقطه‌ای توسط ۱۰ نفر از دانشجویان تحصیلات تکمیلی دختر در محدوده سنی ۲۵-۳۰، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان که آموزش دیده بودند و تجربه‌های متفاوتی از ارزیابی حسی محصولات مختلف غذایی داشتند، مورد ارزیابی قرار گرفت. امتیازدهی بر مبنای مقیاس ۱-۹ (یک کمترین و نه بالاترین امتیاز) انجام شد.

تحلیل آماری

تعداد ۱۲ تیمار دسر لبنی در ۳ تکرار تولید شد. نتایج به دست آمده توسط نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد. نمودارها توسط نرم افزار EXCEL ترسیم شد.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکوشیمیایی آرد کینوا و آرد برنج

نتایج حاصل از بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آردهای کینوا و برنج در جدول ۱ نشان داده شده است. مقدار pH در آرد کینوا کمتر از آرد برنج می‌باشد، اما این اختلاف معنی‌دار نیست ($p < 0.05$). مقدار سایر فاکتورهای شیمیایی در آرد کینوا به طور معنی‌داری بیشتر از آرد برنج می‌باشد. بر اساس نتایج، میزان رطوبت در آرد برنج و آرد کینوا به ترتیب (7.75 ± 0.20) و (8.50 ± 0.25) درصد و میزان خاکستر نیز به ترتیب (0.40 ± 0.06) و (0.60 ± 0.10) درصد تعیین گردید. میزان چربی در آرد برنج و آرد کینوا به ترتیب (9.90 ± 0.40) و (0.50 ± 0.50) درصد و میزان پروتئین نیز به ترتیب (8.93 ± 0.30)

و (0.50 ± 0.18) درصد ارزیابی گردید. میزان فیبر در آرد برنج و آرد کینوا به ترتیب (0.20 ± 0.20) و (0.15 ± 0.36) درصد می‌باشد. میزان pH در آرد برنج و آرد کینوا به ترتیب (6.61 ± 0.20) و (6.31 ± 0.20) درصد و میزان اسیدیته بر حسب اسیدلاکتیک نیز به ترتیب (0.30 ± 0.40) و (0.40 ± 0.60) درصد می‌باشد. در پژوهشی که توسط شاهسون تبریزی و همکاران (۱۴۰۲)، بر روی آرد برنج و کینوا انجام شد، مقدار رطوبت این دو آرد به ترتیب 9.44 و 10.34 درصد، مقدار چربی خاکستر این دو آرد به ترتیب 0.86 و 1.08 درصد، مقدار پروتئین این دو آرد به ترتیب 7.5 و 16.12 درصد، مقدار فیبر این دو آرد به ترتیب 2.31 و 6.12 درصد و مقدار pH این دو آرد به ترتیب 6.5 و 3.71 درصد گزارش شد. وی و همکاران (۲۰۲۲)، در بررسی ۴ رقم برنج از چین، میانگین محتوای رطوبت، پروتئین و چربی را به ترتیب $11.73 - 10.11$ ، $8.04 - 7.31$ و $1.50 - 0.82$ درصد گزارش کردند. اکبری و همکاران (۱۴۰۲)، در بررسی آرد برنج محتوای رطوبت (0.1 ± 0.41) ، خاکستر (0.02 ± 0.45) ، پروتئین (0.05 ± 0.87) ، چربی (0.01 ± 0.13) و pH (1.23 ± 0.11) درصد گزارش کردند. در مطالعه دیگری که بر روی آرد کینوا انجام شد، مقدار رطوبت 10.52 درصد، پروتئین خام 15.60 درصد، چربی 6.65 درصد، فیبر خام 4.05 درصد، خاکستر کل 1.2 درصد بود (حوسین و همکاران، ۲۰۲۳). طهماسبی و همکاران (۱۴۰۰)، میزان pH آرد دانه کینوا را 6.24 و میزان اسیدیته آن را 1.04 درصد گزارش کردند. مقدار پروتئین آرد کینوا در مقایسه با سایر حبوبات به جز لوبیای سودانی کمتر ولی در مقایسه با آرد غلات از آرد برنج و جو بیشتر و تقریباً مشابه آرد گندم هست. درباره کیفیت پروتئین کینوا، گزارش شده که شامل شانزده اسید آمینه ضروری است که برای سلامت انسان حیاتی هستند. محتوای خاکستر نیز با محتوای معدنی دو نمونه آرد مرتبط است (تیرانوسونکویچ و همکاران، ۲۰۱۹).

Table 1- chemical composition of Rice Flour and Quinoa Flour (%)

Quinoa	Rice	chemical composition
8.50 ± 0.25	7.75 ± 0.20	Moisture
2.60 ± 0.10	0.60 ± 0.04	Ash
15.88 ± 0.50	9.90 ± 0.40	Fat
14.18 ± 0.50	8.93 ± 0.30	Protein
3.60 ± 0.15	2.20 ± 0.20	Fiber
6.00 ± 0.40	2.40 ± 0.30	Acidity (Lactic Acid)
6.31 ± 0.20	6.61 ± 0.20	pH

ظرفیت ضد اکسیدانی آرد برنج و آرد کینوا

نتایج خصوصیات ضد اکسیدانی (ارزیابی مهار رادیکال آزاد DPPH و فنل کل) آردهای برنج و کینوا در جدول ۲ نشان داده شده است. مقدار فنل کل آرد کینوا به صورت معنی داری بیشتر از آرد برنج می باشد ($p < 0.05$)، و میزان آن در آرد برنج و آرد کینوا به ترتیب ($4.24 \pm 1.39/96$) و ($2.41 \pm 2.69/39$) میلی گرم معادل اسید گالیک در ۱۰۰ گرم نمونه می باشد. در پژوهشی سطوح فنول کل پریکارپ برنج سفید در محدوده $0.86 - 1.93$ میلی گرم گالیک اسید در گرم نمونه بوده و ارقام پریکارپ برنج قرمز بالاترین سطح فنول کل ($0.79 - 3.85$ میلی گرم گالیک اسید در گرم نمونه) را داشتند، در حالی که این میزان در ارقام پریکارپ برنج بنفش کمی کمتر بوده و این میزان $0.74 - 3.01$ میلی گرم گالیک اسید در گرم نمونه گزارش شد (تاوورنا و همکاران، ۲۰۲۱). شن و همکاران (۲۰۰۹)، گزارش کردند میزان فنول کل با پارامترهای رنگ دانه برنج مرتبط است. در مطالعه‌ای برای ۲۵ واریته متفاوت کینوای زرد، متوسط مقدار ترکیبات فنولی به میزان $8/8$ گرم بر کیلوگرم آرد به دست آمد (سوبوتا و همکاران، ۲۰۲۰). در پژوهشی اسفندیاری و همکاران (۲۰۱۹)، میزان ترکیبات فنولی و خواص ضد اکسایشی دانه و

برگ کینوا را در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار دادند، میزان فنول کل در عصاره دانه کینوا $76/3$ میلی گرم گالیک اسید در گرم عصاره بود و عمده ترکیبات فنولی موجود در دانه کینوا گالیک اسید، پارا کوماریک اسید، کافئیک اسید، کلروزنیک اسید، کوئرستین و کامفرول بودند (اسفندیاری و همکاران، ۲۰۱۹). این تفاوت‌ها می تواند ناشی از تفاوت در روش‌های استخراج و همچنین ژنوتیپ، نوع خاک و شرایط محیطی باشد (نسیمبا و همکاران، ۲۰۰۸؛ آلوارز-جوبت و همکاران، ۲۰۱۰). میزان مهار رادیکال آزاد DPPH آرد کینوا به صورت معنی داری بیشتر از آرد برنج می باشد ($p < 0.05$)، و میزان آن در آرد برنج و آرد کینوا به ترتیب ($1.92 \pm 0.81/62$) و ($0.29 \pm 0.89/48$) درصد می باشد. در یک مطالعه پلی ساکاریدهای دانه کینوا با استفاده از محلول‌های قلیایی استخراج شدند. این پلی ساکاریدها در غلظت سه میلی گرم بر میلی لیتر عصاره، ویژگی ضد اکسیدانی بسیار خوبی برای حذف رادیکال‌های آزاد DPPH ($22/43$ درصد)، رادیکال‌های آزاد ABTS ($49/46$ درصد)، رادیکال‌های آزاد هیدروکسیل ($70/1$ درصد) و همچنین حذف رادیکال‌های آزاد سوپراکسید ($70/49$ درصد) از خود نشان دادند (تنگ و همکاران، ۲۰۲۱).

Table 2- Investigating of antioxidant properties of Rice flour and Quinoa flour

Quinoa	Rice	Antioxidant properties
269.39 ± 2.41	139.96 ± 4.24	Total Phenol (mg GAE/100g)
89.48 ± 0.29	81.62 ± 1.92	DPPH (%)

پتانسیل پری‌بیوتیکی آرد کینوا

پری‌بیوتیک‌ها فیبرهای تغذیه‌ای غیر قابل هضم هستند که در برابر اسید معده، هیدرولیز توسط آنزیم‌های پستانداران و جذب در بخش فوقانی دستگاه گوارش مقاومت می‌کنند و به‌طور انتخابی با تحریک رشد یا فعالیت یک یا چند باکتری پری‌بیوتیک در دستگاه گوارش بر سلامتی میزبان تأثیرگذار می‌باشند. کاهش ابتلا به بیماری‌های دیابت نوع ۲، سندرم متابولیک، پوکی استخوان، بیماری‌های التهابی روده، سندرم روده تحریک پذیر، چاقی و اسهال خونی از اثرات سلامت‌بخش پری‌بیوتیک‌ها می‌باشد (اسلاوین، ۲۰۱۳؛ کاسکونه و همکاران، ۲۰۲۳).

نتایج پتانسیل پری‌بیوتیکی آرد کینوا در شکل‌های ۱ و ۲ نشان می‌دهد که تعداد باکتری‌ها در تمام بسترها نسبت به تعداد اولیه پری‌بیوتیک ($6 \log \text{cfu/ml}$) در طول ۲۴ ساعت اول به طور قابل توجهی افزایش یافته است. زنده‌مانی باکتری‌ها در محیط‌های اینولین ۰/۵ و ۱ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند ($p > 0/05$). همچنین زنده‌مانی باکتری‌ها در محیط آرد کینوا ۰/۵ و ۱ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند ($p > 0/05$). در تمامی روزها تعداد باکتری‌ها در محیط آرد کینوا ۰/۵ و ۱ درصد به طور معنی‌داری بیشتر از سایر محیط‌ها می‌باشد ($p < 0/05$). با گذشت زمان تعداد باکتری‌ها در تمامی بسترها کاهش یافته است، ولی این کاهش معنی‌دار نمی‌باشد ($p > 0/05$). این امر می‌تواند به دلیل کاهش pH در اثر تولید اسید، همچنین تولید هیدروژن پراکسید و باکتریوسین‌ها توسط باکتری‌ها باشد (یانز و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین در حضور اکسیژن ممکن است پراکسیدهای سمی تولید شوند یا

رادیکال‌های آزاد حاصل از اکسیداسیون ایجاد کردند که برای سلول‌های پری‌بیوتیک سمی محسوب می‌شوند (تریپاتی و گیری، ۲۰۱۴). در شکل ۱ اثر آرد کینوا و اینولین و شکل ۲ اثر آرد برنج و اینولین بر رشد لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس در زمان‌های مختلف کشت نشان داده شده است. در روز اول و دوم، بیشترین تعداد زنده‌مانی باکتری مربوط به محیط آرد کینوا ۱ درصد و کمترین زنده‌مانی مربوط به محیط کنترل می‌باشد. در روز سوم، بیشترین زنده‌مانی ($1/20 \log \text{cfu/ml}$) و کمترین تعداد ($8/85 \log \text{cfu/ml}$) باکتری مربوط به محیط آرد کینوا ۰/۵ و ۱ درصد و کمترین تعداد ($6/20 \log \text{cfu/ml}$) مربوط به محیط کنترل می‌باشد. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، پتانسیل پری‌بیوتیکی آرد برنج کمتر از آرد برنج ارزیابی گردید. از آنجایی که در طول دوره، رشد پری‌بیوتیک لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس در محیط آرد کینوا اختلاف معنی‌داری با سایر محیط‌ها دارد، آرد کینوا را می‌توان به عنوان یک ترکیب پری‌بیوتیک در نظر گرفت. ماریانا گالو و همکاران (۲۰۱۹)، در پژوهشی تخمیر لاکتیکی آرد غلات را مورد بررسی قرار دادند. آنها در این پژوهش از لاکتوباسیلوس پاراکازئی استفاده کردند. بالاترین رشد لاکتوباسیلوس در پایان تخمیر (۲۴ ساعت)، در محیط آرد برنج $1/3 \text{ CFU/ml}$ به دست آمد. در مقایسه با نتایج این محققین نیز، آرد کینوا در هر دو غلظت مورد بررسی در پژوهش حاضر نسبت به آرد برنج در پژوهش ماریانا گالو و همکاران (۲۰۱۹)، تأثیر

بیشتری بر رشد لاکتوباسیلوس داشته است و تعداد لاکتوباسیلوس در پایان تخمیر ۲۴ ساعته برای هر دو غظت ۰/۵ و ۱ درصد به ترتیب $(9/04 \pm 1/14 \log \text{cfu/ml})$ و $(9/19 \pm 1/16 \log \text{cfu/ml})$ می باشد.

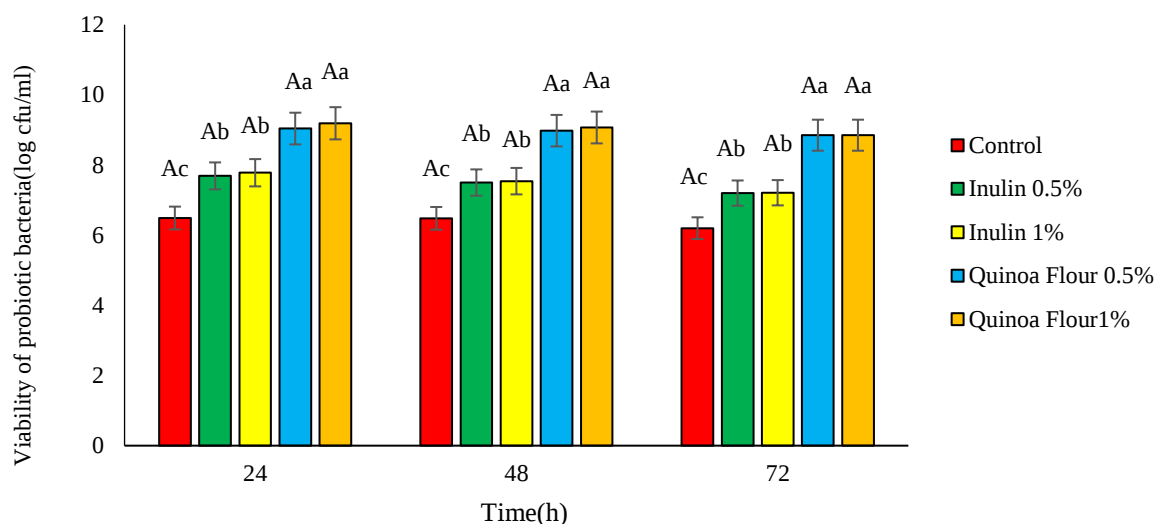


Figure 1- The effects of quinoa flour and inulin on the growth of *L. acidophilus* in different cultivation times

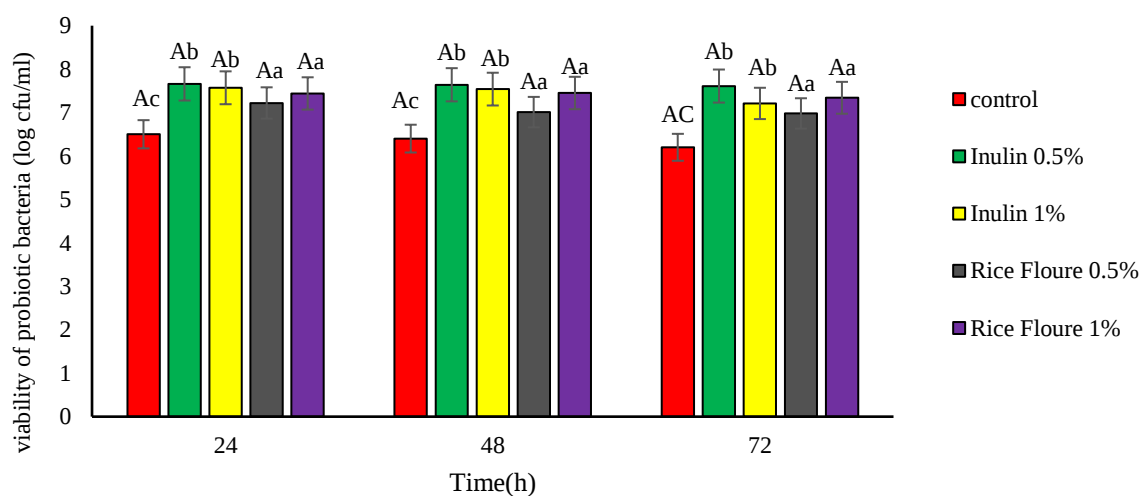


Figure 2- The effects of Rice flour and inulin on the growth of *L. acidophilus* in different cultivation times

pH پایین تر از pH محیط آرد برنج در پژوهش ماریانا گالو و همکاران (۲۰۱۹) می باشد و مقدار آن برای هر دو غلظت ۰/۵ و ۱ درصد به ترتیب $۰/۴۰ \pm ۲/۶۰$ و $۰/۳۰ \pm ۲/۵۴$ می باشد.

همچنین در پژوهش ماریانا گالو و همکاران (۲۰۱۹)، در محیط آرد برنج، pH ابتدا نزدیک به ۶ بود، به تدریج در طول زمان تخمیر (۲۴ ساعت) به $۳/۴۲ \pm ۰/۰۵$ کاهش یافت. در پژوهش حاضر در هر دو غلظت مورد استفاده برای محیط آرد کینوا پس از ۲۴ ساعت تخمیر،

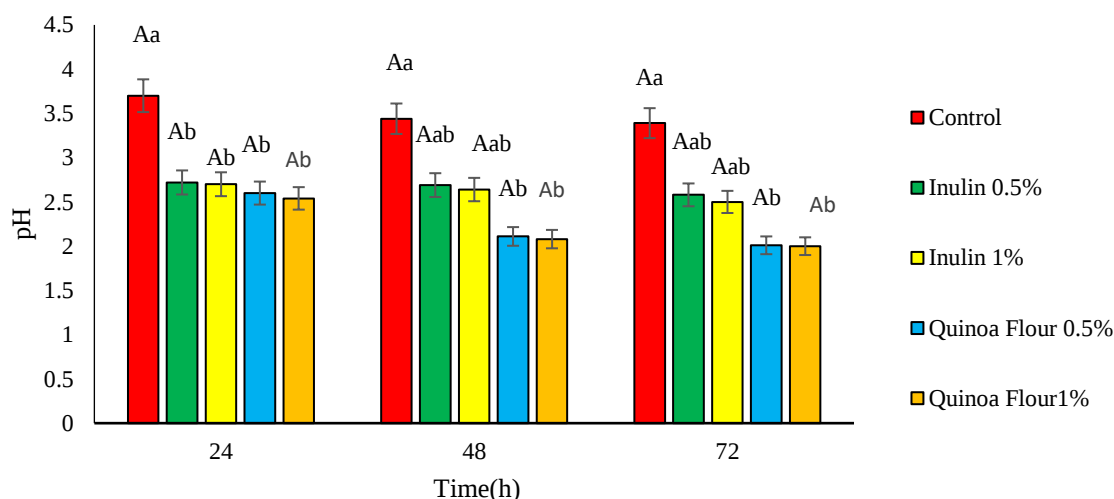


Figure 3- The effects of quinoa flour and inulin on the pH of the medium at different times of Cultivation

پذیرش کلی دسر لبنی

در صنعت غذا تولید فرآورده جدید مستلزم پذیرش و مقبولیت آن فرآورده از سوی مصرف کنندگان است. بنابراین ارزیابی و تعیین بهترین فرمولاسیون از سوی ارزیابان ضروری است. مطابق پژوهش های صورت گرفته تمایل مصرف کنندگان به مصرف فرآورده های سلامتی بخش حتی با وجود امتیاز طعم پایین، در حال افزایش است (لوکو و دلاهد، ۲۰۰۴؛ بهرنس و همکاران، ۲۰۰۷). نتایج اثر آرد بر پذیرش کلی دسر لبنی در شکل ۴ ارائه شده است. نتایج تجزیه واریانس پذیرش کلی نمونه ها نشان داد اثر آرد بر پذیرش کلی دسر معنی دار می باشد ($p < ۰/۰۰۱$). با افزایش درصد جایگزینی آرد کینوا، امتیاز پذیرش کلی نمونه ها به طور معنی داری کاهش یافت ($p < ۰/۰۰۱$). بین سطوح صفر و ۲۰ درصد اختلاف معنی داری مشاهده نشد. در پژوهش سخاوتی زاده و همکاران (۲۰۲۳)، در بین نمونه های دسر با افزایش مقدار ایزوله پروتئین کینوا امتیاز پارامتر پذیرش کلی کاهش یافت. با این حال، تفاوت معنی داری

بر اساس نتایج شکل ۳، در روز اول pH محیط های اینولین و آرد کینوا اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند ($p > ۰/۰۵$) و به طور معنی داری کمتر از pH محیط کنترل می باشند ($p < ۰/۰۵$). در روز دوم و سوم pH محیط های اینولین با pH محیط های کنترل و آرد کینوا اختلاف معنی داری ندارد ($p > ۰/۰۵$) اما pH محیط های آرد کینوا به طور معنی داری کمتر از pH محیط کنترل می باشد ($p < ۰/۰۵$). در تمامی روزها بیشترین pH مربوط به محیط کنترل و کمترین pH مربوط به محیط آرد کینوا ۱ درصد می باشد. با گذشت زمان pH تمامی محیط ها کاهش یافته است، ولی این کاهش معنی دار نمی باشد ($p > ۰/۰۵$). کمتر بودن pH محیط آرد کینوا نشان داد پروبیوتیک لاکتوباسیلوس /سیدوفیلوس توانایی متابولیزه کردن ترکیبات این آرد را دارد و این نشان دهنده پتانسیل پری بیوتیکی این آرد می باشد.

بین نمونه‌های کنترل و ۱ درصد ایزوله پروتئین کینوا در نمره پذیرش کل مشاهده نشد.

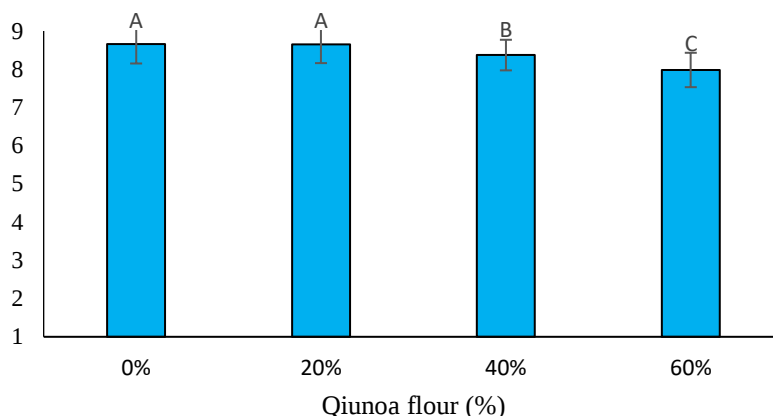
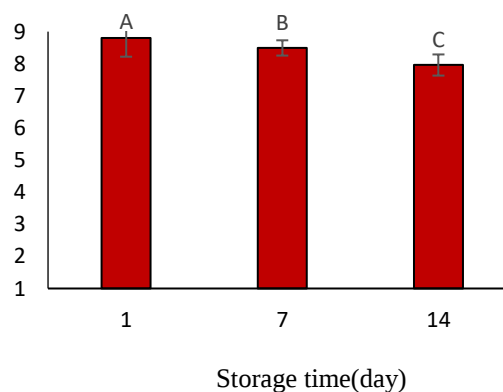


Figure 4- The effect of quinoa flour on the overall acceptance of dairy dessert

نتایج تجزیه واریانس پذیرش کلی نمونه‌ها نشان داد که اثر متقابل شیر و آرد بر پذیرش کلی دسر معنی‌دار می‌باشد ($p < 0.001$). در مقایسه میانگین داده‌ها در شکل ۶، با افزایش درصد جایگزینی شیر گاو با شیر گاومیش، امتیاز پذیرش کلی افزایش یافته است، اما جایگزینی آرد برنج با آرد کینوا، سبب کاهش امتیاز پذیرش کلی شده است، به طوری که کمترین امتیاز پذیرش کلی (7.67 ± 0.45) مربوط به دسر حاوی ۶۰٪ آرد کینوا و تهیه شده از ۱۰۰٪ شیر گاو و بیشترین امتیاز (9.01 ± 0.56) پذیرش کلی مربوط به دسر تهیه شده از ۱۰۰٪ شیر گاومیش و آرد برنج می‌باشد. به نظر می‌رسد علت کاهش امتیاز پذیرش کلی با افزایش درصد جایگزینی آرد برنج با آرد کینوا، رنگ، طعم و عطر و بوی آرد کینوا باشد. علیراده به‌آبادی و همکاران (۱۴۰۱)، در بررسی ویژگی‌های کیفی نان بدون گلوتن بر پایه آرد کینوای حاوی صمغ زانتان و آنزیم لکاز گزارش کردند، اثرات متقابل آرد کینوا و آنزیم لکاز تأثیر معنی‌داری بر امتیاز پذیرش کلی دارد. رنجبر واثق و همکاران (۱۴۰۱) گزارش کردند با توجه به نتایج حاصل در نمونه‌های ماست غنی شده با درصدهای مختلف کینوا میزان پذیرش کلی کاهش یافت، اما با نمونه کنترل تفاوت معناداری نداشتند.

نتایج اثر زمان بر پذیرش کلی دسر لبنی در شکل ۵ ارائه شده است. نتایج تجزیه واریانس پذیرش کلی نمونه‌ها نشان داد اثر زمان بر پذیرش کلی دسر معنی‌دار می‌باشد ($p < 0.001$). با افزایش مدت زمان نگهداری، امتیاز پذیرش کلی به طور معنی‌داری کاهش یافته است ($p < 0.001$). در پژوهش سخاوتی‌زاده و همکاران (۲۰۲۳)، امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های کنترل و ۱ درصد ایزوله پروتئین کینوا در طول دوره نگهداری ثابت بود، اما امتیاز نمونه ۳ و ۵ درصد ایزوله پروتئین کینوا تقریباً کاهش یافت.



5- Effect of storage time on overall acceptance of dairy dessert

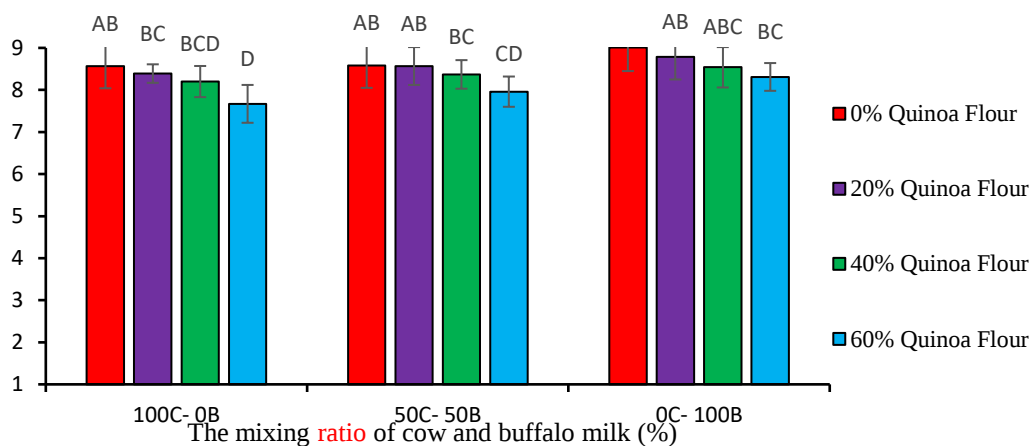


Figure 6- The interaction effect of milk and flour on the overall acceptance of dairy dessert

نتیجه گیری کلی

محصولاتی از سوی مصرف کنندگان شود که می توان برای جبران این کاهش پذیرش، با افزودن افزودنی های معطر همانند وانیل و گلاب در دسرهای لبنی جبران نمود.

تقدیر و تشکر

مقاله حاضر مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد می باشد، لذا نویسندگان مقاله بر خود لازم می دانند از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به دلیل حمایت های مادی و معنوی صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند.

نتایج به دست آمده نشان داد آرد کینوا شبه غله ای با ارزش غذایی ویژه می باشد که دارای ظرفیت ضد اکسیدانی بالا و پتانسیل پری بیوتیک می باشد و می توان برای تولید فرآورده های غذایی فراسودمند از آن استفاده نمود. در بررسی پذیرش کلی، بیشترین امتیاز مربوط به دسر فاقد آرد کینوا و تهیه شده از ۱۰۰ درصد شیر گاومیش بود که با نمونه های دسر حاوی ۲۰ و ۴۰ درصد آرد کینوا و تهیه شده از ۱۰۰ درصد شیر گاومیش اختلاف معنی داری نداشت. آرد کینوا به دلیل دارا بودن عطر و بوی خاص خود می تواند باعث کاهش پذیرش کلی در چنین

References

- Ahmad V, Khan MS, Jamal QMS, Alzohairy MA, Al Karaawi MA and Siddiqui MU, 2017. Antimicrobial potential of bacteriocins: In therapy, agriculture and food preservation. International Journal of Antimicrobial Agents 49: 1-11.
- Ajam F and Koohsari H, 2020. Effect of some fermentation conditions on antibacterial activity of fermented milk by kefir grains. Journal of Food Processing and Preservation 44 (12): e14913.
- Alakomi HL, Skytta E, Saarela M, Mattila-Sandholm T, Latva-Kala K and Helander IM, 2000. Lactic acid permeabilizes gram-negative bacteria by disrupting the outer membrane. Applied and environmental microbiology 66 (5): 2001-2005.
- Altay F, Karbancioglu-Guler F, Daskaya-Dikmen C and Heperkan D, 2013. A review on traditional Turkish fermented non-alcoholic beverages: Microbiota, fermentation process and quality characteristics. International Journal of Food Microbiology 167: 44-56.
- Anderson JW and Gilliland SE, 1999. Effect of fermented milk (yogurt) containing *Lactobacillus acidophilus* L1 on serum cholesterol in hypercholesterolemic humans. Journal of the American College of Nutrition 18: 43-50.

- Barbosa AF, Santos PG, Lucho AMS and Schneedorf JM, 2011. Kefiran can disrupt the cell membrane through induced pore formation. *Journal of Electroanalytical Chemistry* 653: 61-66.
- Ba' u TR, Garcia S and Ida EI, 2015. Changes in soymilk during fermentation with kefir culture: oligosaccharides hydrolysis and isoflavone aglycone production. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 66: 845–850.
- Biadała A, Szablewski T, Lasik-Kurdys M and Cegielska-Radziejewska R, 2020. Antimicrobial activity of goat's milk fermented by single strain of kefir grain microflora. *European Food Research and Technology* 246: 1231-1239.
- Blair JM, Webber MA, Baylay AJ, Ogbolu DO and Piddock LJ, 2015. Molecular mechanisms of antibiotic resistance. *Nature Reviews Microbiology* 13 (1): 42-51.
- Carasi P, Diaz M, Racedo SM, De Antoni G, Urdaci MC and Serradell ML, 2014. Safety characterization and antimicrobial properties of kefir-isolated *Lactobacillus kefir*,” *BioMed Research International* 2014: Article ID e208974.
- Chifiriuc MC, Cioaca AB and Lazar V, 2011. In vitro assay of the antimicrobial activity of kefir against bacterial and fungal strains. *Anaerobe* 17:433-435.
- Dadkhah SH, Pourahmad R, Mazaheri Assadi M, Moghimi A, 2011. Kefir production from soymilk. *Annals of Biological Research* 2 (6): 293-299.
- Dinua M, Abbatea R, Gensinia GF, Casinia A and Sofi F, 2017. Vegetarian, vegan diets and multiple health outcomes: A systematic review with meta-analysis of observational studies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 57: 3640–3649.
- Farnworth ER, 2005. Kefir. A complex probiotic. *Food Science Technology, Bulletin*. 2: 1-17.
- Frengova GI, Simova ED, Beshkova DM and Simov ZI, 2002. Exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria of kefir grains, *Zeitschrift für Naturforschung C* 57: 805-810.
- Fuller R, 1989. Probiotics in man and animals; A review. *Journal of Applied Bacteriology* 66: 365-378.
- Gamba RR, Yamamoto S, Abdel-Hamid M, Sasaki T, Michihata T, Koyanagi T and Enomoto T, 2020. Chemical, Microbiological, and Functional Characterization of Kefir Produced from Cow's Milk and Soy Milk. *International Journal of Microbiology* 2020: Article ID 7019286.
- Gao J, Gu F, Abdella N, Ruan H, and He G, 2012. Investigation on culturable microflora in Tibetan kefir grains from different areas of China. *Journal of Food Science* 77: 425-433.
- Garbers IM, Britz TJ, Witthuhn RC, 2004. PCR-based denaturing gradient gel electrophoretic typification and identification of the microbial consortium present in kefir grains. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 20: 687-693.
- Garrote GL, Abraham AG, and De Antoni GL, 2000. Inhibitory power of kefir: the role of organic acids. *Journal of Food Protection* 63 (3): 364-369.
- González-Orozco BD, García-Cano I, Jiménez-Flores R, and Álvarez VB, 2022. Invited review: Milk kefir microbiota—Direct and indirect antimicrobial effects. *Journal of Dairy Science* 105 (5): 3703-3715.
- Jayachandran M and Xu B, 2019. An insight into the health benefits of fermented soy products. *Food Chemistry* 271: 362-371.
- Jianzhong Z, Xiaoli L, Hanhu J and Mingsheng D, 2009. Analysis of the microflora in Tibetan kefir grains using denaturing gradient gel electrophoresis. *Food Microbiology* 26: 770-775.
- Kabak B and Dobson A, 2011. An introduction to the traditional fermented foods and beverages of Turkey. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 51(3): 248-60.
- Kempka AP, Krüger RL, Valduga E, Di Luccio M, Treichel H, Cansian R and Oliveira D, 2008. Formulation of a peach-flavored dairy drink using alternative substrates and probiotic culture. *Food Science and Technology* 28: 170-177.
- Kim DH, Jeong D, Kim H, Kang IB, Chon JW, Song KY and Seo KH. 2016. Antimicrobial activity of kefir against various food pathogens and spoilage bacteria. *Korean journal for food science of animal resources* 36 (6): 787-790.
- Kourkoutas Y, Sipsas V, Papavasiliou G and Koutinas AA, 2007. An economic evaluation of freeze-dried kefir starter culture production using whey. *Journal of Dairy Science* 90: 2175-2180.
- Kukhtyn M, Vichko O, Horyuk Y, Shved O and Novikov V, 2018. Some probiotic characteristics of a fermented milk product based on microbiota of “Tibetan kefir grains” cultivated in Ukrainian household. *Journal of Food Science and Technology* 55: 252-257.

- La Riviere JWM, Kooiman P, Schmidt K, 1967. Kefiran, a novel polysaccharide produced in the kefir grain by *Lactobacillus brevis*. Arch. Mikrobiology 59: 269-278.
- Liu JR, Lin CW, 2000. Production of Kefir from Soymilk with or Without Added Glucose, Lactose, or Sucrose. Journal of Food Science 65 (4): 716-719.
- Nikaido H, 2003. Molecular basis of bacterial outer membrane permeability revisited. Microbiology and molecular biology reviews 67 (4): 593-656.
- Oliveira Leite AM, Lemos Miguel MA, Peixoto RS, Rosado AS, Silva JT and Paschoalin VMF, 2013. Microbiological, technological and therapeutic properties of kefir: a natural probiotic beverage. Brazilian Journal of Microbiology 44 (2): 341-349.
- Pintado ME, Lopes Da Silva JA, Fernandes PB, Malcata FX and Hogg TA, 1996. Microbiological and rheological studies on Portuguese kefir grains. International journal of Food Science and Technology 31: 15-26.
- Pinthong R, Macrae R and Dick J, 1980. The development of a soya- based yogurt. III. Analysis of oligosaccharides. International journal of Food Science and Technology 15: 661-667.
- Pop C, Apostu S, Salanta L, Rotar AM, Sindic M, Mabon N and Socaciu C, 2014. Influence of Different Growth Conditions on the Kefir Grains Production, used in the Kefiran Synthesis. Bulletin UASVM Food Science and Technology 71(2): 147-153.
- Prado MR, Blandon LM, Vandenberghe LPS, Rodrigues C, Castro GR, Thomaz-soccol V and Soccol CR, 2015. Milk kefir: composition, microbial cultures, biological activities, and related products. Frontiers in Microbiology 6: 1-10.
- Ratray FP, O'Connell MJ, 2011. Fermented Milks Kefir. In: Fukay, J. W. (ed.), Encyclopedia of Dairy Sciences (2th ed). Academic Press, San Diego, USA, Pp.518-524.
- Rosa DD, Dias MM S, Grze'SkoŁ Wiak M, Reis SA, Conceição LL and Peluzio MDCG, 2017. Milk kefir: nutritional, microbiological and health benefits. Nutrition Research Reviews 30 (1): 82-96.
- Sezer C and Guven A, 2009. Investigation of bacteriocin production capability of lactic acid bacteria isolated from foods. Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi 15: 45-50.
- Shen Y, Kim DH, Chon JW, Kim H, Song KY and Seo KH, 2018. Nutritional effects and antimicrobial activity of kefir (grains). Journal of Milk Science and Biotechnology 36: 1-13.
- Silhavy TJ, Kahne D and Walker S, 2010. The bacterial cell envelope. Cold Spring Harbor perspectives in biology 2(5): a000414.
- Silva CFG, Santos FL, de Santana LRR, Silva MVL and Conceicao TDA, 2018. Development and characterization of a soymilk Kefir-based functional beverage. Food Science and Technology Campinas 38(3): 543-550.
- Silva KR, Rodrigues SA, Filho LX and Lima AS, 2009. Antimicrobial activity of broth fermented with kefir grains. Applied Biochemistry and Biotechnology 152: 316-325.
- Simova E, Beshkova D, Angelov A, Hristozova T, Frengova G and Spasov Z, 2002. Lactic acid bacteria and yeasts in kefir grains and kefir made from them. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology 28: 1-6.
- Stroehle L, Zweytick G and Berghofer E, 2006. Sauerkraut fermentation with L (+)-lactic acid producing bacteria. Ernaehrung 30(1): 293-303.
- Tamime AY, 2006. Production of Kefir, Koumiss and Other Related Products. In: Tamime, AY (ed.), Fermented Milk Blackwell Science Ltd, Oxford, UK, Pp.174-216.
- Viana JV, Cruz AG, Zoellner SS, Silva R and Batista ALD, 2011. Probiotic foods: consumer perception and attitudes. International Journal of Food Science & Technology 43(1): 1577-1580.
- Wang Y, Ahmed Z, Feng W, Li C and Song S, 2008. Physicochemical properties of exopolysaccharide produced by *Lactobacillus kefiranoferiens* ZW3 isolated from Tibet kefir. International Journal of Biological Macromolecules 43: 283-288.
- Weinstein MP, Patel JB, Burnham CA, Campeau S, Conville PS, Doern C, ... Zimmer BL, 2018. Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically. In Clinical and laboratory standard institute (Vol. M07, 11th ed., pp. 15-35). Pennsylvania, USA. Wayne.
- Zajšek K and Goršek A, 2011. Experimental assessment of the impact of cultivation conditions on kefir production by the mixed microflora imbedded in kefir grains. Chemical Engineering Transactions 24: 481-486.