

Водна активност на хляб с топинамбур

Н. Димитров, Б. Бозаджиев, А. Колева

Университет по хранителни технологии – Пловдив, bussy@mail.bg

Абстракт: Използването на топинамбур (*Helianthus tuberosus*) като източник на инулин увеличава биологичната стойност на хляба и го прави подходящ за консумиране от диабетици. Това изследване е проведено, за да се определи влиянието на топинамбура върху водната активност на хляба и устойчивостта му към плесенясване. Измерена е водната активност на средината на пшеничен хляб от брашно т. 1150 с добавка на 4, 5, 6, 7 и 8% топинамбур. Проследено е изменението на водната активност и е определен моментът за поява на видимо плесенясване на средината по време на съхранение при температура 20 ± 2 °C и относителна влажност на въздуха $75 \pm 1\%$ за период от 9 дни. Максималната стойност на водната активност ($a_w = 0,971$) се наблюдава при 6% добавен топинамбур като увеличаването на процента на топинамбур на 7 и 8% не води до значимо нарастване на водната активност. По време на съхранение водната активност намалява през първите дни, като това намаление е с 24 h по-бавно при хляб с топинамбур, спрямо контролната проба. Топинамбурът забавя плесенясването на хляба с 24 h при 4% топинамбур и 48 h при 6, 7 и 8%. Добавянето на топинамбур към хляба влияе положително върху влагозадържането и намалява възможността за микробна развала.

Ключови думи: топинамбур, хляб, водна активност, плесенясване

Water activity of bread with topinambur

N. Dimitrov, B. Bozadzhiev, A. Koleva

University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria, bussy@mail.bg

Abstract: Using topinambur (Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*)) as a source of inulin increased biological value of bread and makes it suitable for consumption by diabetics. This study was conducted to determine the impact of topinambur on water activity of bread and its resistance to mold. Water activity of the crumb of wheat bread made from flour with ash content 1,150 with the addition of 4, 6, 7 and 8% topinambur. Traced is the change of water activity and is currently set for the appearance of visible mold of the crumb during storage at 20 ± 2 °C and relative humidity $75 \pm 1\%$ over a period of 9 days. The maximum value of water activity ($a_w = 0,971$) was observed in 6% added topinambur. The increase in the percentage of topinambur on 7 and 8% did not result in a significant increase in water activity. During the storage water activity decreased during the first days, this reduction is by 24 h slower in bread with topinambur against a control sample. Topinambur slow fungus growth on bread with 1 day for sample with 5% topinambur and 2 days at 6, 7 and 8% topinambur. Adding to the bread topinambur positively influences water adsorption and reduces its susceptibility to microbial spoilage.

Key words: topinambur, bread, water activity, mold growth

Въведение

В изсушен вид клубените на топинамбура (гулия, земна ябълка, лат. *Helianthus tuberosus*) се превръщат в изключително удобен ингредиент за приготвяне на разнообразни хранителни продукти. Поради своята технологичност, сушеният топинамбур има широко приложение за получаване на лечебни препарати, функционални, диетични продукти и продукти със специално предназначение за диабетици.

С богатия си химичен състав, изобилие от фибри, протеини и особено на високото съдържание на инулин, земната ябълка придава на хранителните продукти лечебно-профилактични свойства. Инулинът е естествен регулатор на кръвната захар и при редовна употреба на продукти, обогатени с него, се постига мощен лечебно-профилактичен ефект в борбата с диабета.

Основните изследванията на пребиотици показват, че поглъщането на умерено количество инулин, като полизахарид (олигозахарид), който не се усвоява от организма, стимулира растежа на някои групи бактерии в дебелото черво, като бифидобактерии и потиска растежа на нежелани бактерии, като *Clostridium* и *Bacteroides* [8]. Инулинът и фрукто олигозахаридите са може би най-често срещаните пребиотици, използвани в хранителни продукти [4].

Добавянето на инулин в хляба дава известни технологични предимства, като стабилност на тестото, промяна на водната абсорбция, неутрален вкус, увеличаване на обема, подобрене на ронливостта и структурата на средината [9]. Хлябът с топинамбур притежава приемливи за консуматора органолептични характеристики и ниска микробиологична осемененост [3].

Водната активност е показател, характеризиращ наличието на вода, способна да влиза в химични реакции и показва податливостта на хранителните продукти към развитие на микроорганизми [10]. Muhhamad et al. [7] изследват хляб от търговската мрежа и установяват повишение на водната активност по време на съхранение, докато Lakins et al. [6] показват понижение на водната активност на хляб от брашно с ниско пепелно съдържание.

Изменението на водната активност на хляб с топинамбур би разкрило влиянието му върху стабилността на свързаната влага и продължителността на съхранение на готовия продукт. Поради това целта на настоящата разработка е изследване на водната активност на средината на хляб с различно количество брашно от клубени на топинамбур, проследяване изменението на водната активност по време на съхранение и установяване момента на плесенясване на средината.

Материали и методи

Изследването е проведено с хляб, произведен от брашно т.1150 с добавка на 4, 5, 6, 7 и 8% топинамбур спрямо масата на брашното, която се приема за 100%. Посочените проценти са оптимални по отношение на доставеното количество инулин в организма. Хлябът е получен по видоизменен „Ремикс“ метод, като окончателната ферментация е фиксирана на 30 min. Количеството на водата за замесване зависи от водопоглъщането на сместа и се определя на „Валориграф“ до достигане на нормална консистенция – 500 в. е. Брашното от топинамбур е получено чрез смилане на сушени шайби от клубените на растението, като 95% от частиците са с едрина <250 µm.

Водната активност се измерва чрез електронен уред Novasina (Швейцария) тип EP-84 със сензорен блок RTD-42. Уредът е предварително калибриран с наситени разтвори на соли. За долната граница на обхвата е използван NaCl ($a_w=0,753$), а за горната K_2SO_4 ($a_w=0,973$) [11].

Водната активност на средината на хляба се измерва 24 h след изпичане и охлаждане до стайна температура 20+/-2°C. Анализът се извършва на пряко отрязани филии, взети от средата на фразелата с дебелина приблизително 20 mm. Всяко определяне е извършено с 5 кратни повторения на различни филии.

Изследванията продължиха с проследяване на изменението на водната активност на хляба с 6% топинамбур, поради най-голямата разлика между водната активност при този хляб спрямо

контролната проба. Изменението на водната активност на средината на хляба с добавка на 6% топинамбур и контролно хлебче без добавка е проследено за период от 9 дни (216 h). Първото измерване е проведено 3 часа след изпичането, а останалите през 24 h. По време на анализа хлебчетата се съхраняват във водонепроницаема опаковка (алуминиево фолио и полиетилен) при стайна температура 20+/-2°C. Всяко измерване е извършено с 5 кратни повторения.

Определен е срокът за поява на микробна развала на хляба. Изследването е проведено с филии хляб, съхранявани в ексикатор при стайна температура 20+/-2 °C и относителна влажност на въздуха 75+/-1%. Относителната влажност на въздуха се поддържа постоянна чрез наситен разтвор на NaCl. Появата на микробна развала се констатира по наличието на колонии от плесенни гъби по повърхността на филиите. Наблюдението се извършва през период от 24h.

Статистическата обработка на данните е проведена с програмата Statgraphics 5.0, като влиянието на факторите е установено с чрез критерия на Фишер, а сравнението между отделните стойности – чрез t критерия на Стюдънт.

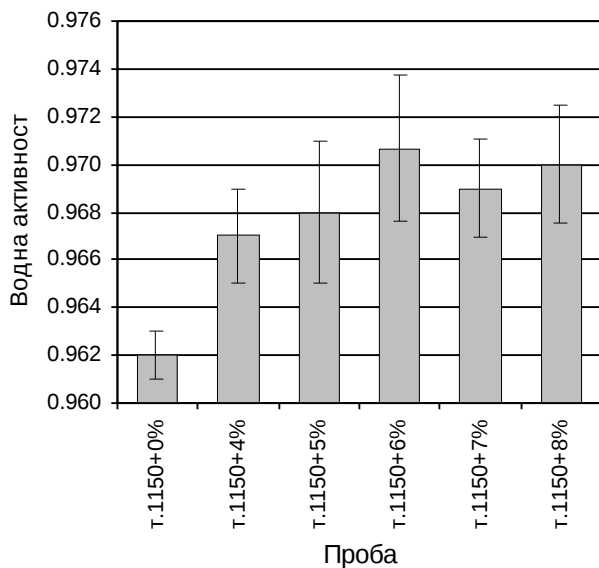
Резултати и обсъждане

Водната активност на хлебната средината, както без добавка, така и с добавка на топинамбур е висока – над 0,960, което предполага значителен риск от микробна развала и кратък срок на съхранение (Фиг. 1). Тези резултати съответстват на получените от Czuchajowska et al. [2] и John [5], които показват стойности от 0,956 до 0,969 за бял хляб. Наблюдаваните от нас по-високи стойности са нормални за тъмни хлябове, при които водопоглъщането е по-високо.

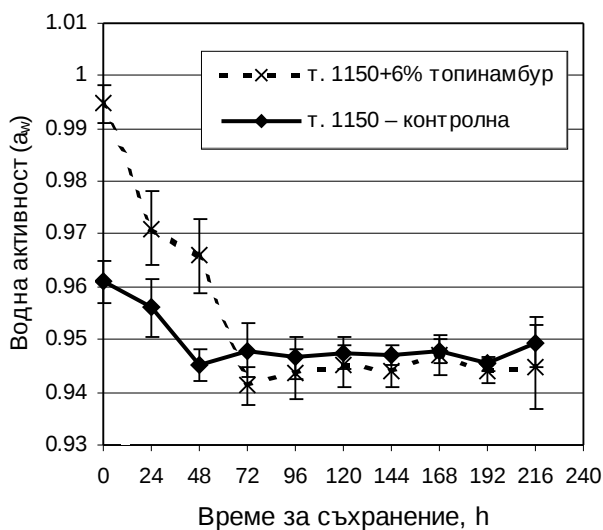
Процентът добавен топинамбур оказва статистически значимо влияние върху водната активност на средината ($F=8,63$; $df=5$, 240; $P=0,0001$) и води до нейното нарастване. Най-ниска 0,962 е стойността при хляба без добавка.

Процентът добавен топинамбур оказва статистически значимо влияние върху водната активност на средината ($F=8,63$; $df=5$, 240; $P=0,0001$) и води до нейното нарастване. Най-ниска 0,962 е стойността при хляба без добавка. С увеличаване на процента на топинамбур, водната активност нараства до максимална стойност 0,971 при 6% топинамбур, а при увеличаване на добавката на 7 и 8% водната активност намалява. Въпреки това не се наблюдава статистически значима разлика в средните стойности между 6, 7 и 8% добавен

топинамбур (при ниво на доверие 0,05%).



Фиг. 1: Водна активност на средина на хляб от брашно т. 1150 с различно количество топинамбур, измерена 24 h след изпичане.



Фиг. 2: Изменение на водната активност на средина на хляб от брашно т. 1150 без добавка и с добавка на 6% топинамбур.

Процентът добавен топинамбур оказва статистически значимо влияние върху водната активност на средината ($F=8,63$; $df=5, 240$; $P=0,0001$) и води до нейното нарастване. Най-ниска 0,962 е стойността при хляба без добавка. С увеличаване на процента на топинамбур, водната активност нараства до максимална стойност 0,971 при 6% топинамбур, а при увеличаване на добавката на 7 и 8% водната активност намалява. Въпреки това не се наблюдава статистически значима разлика в средните стойности между 6, 7 и 8% добавен топинамбур (при ниво на доверие 0,05%).

Не е ясна причината за увеличаването на водната активност. Най-вероятно е резултат от по-голямото количество вода за замесване. Топинамбурът хидратира и играе ролята на влагозадържащ агент в тестото и готовия хляб [7].

Изследвано е изменението на водната активност на хлебна средина с 6% топинамбур по време на съхранение и е сравнена с проба без добавка (Фиг. 2). При този процент установената разлика между водните активности на пробата с топинамбур и контролната е най-голяма.

Установено е, че топинамбурът оказва значимо влияние върху изменението на водната активност, през наблюдавания период от 9 дни (216 h) ($F=59,87$; $df=8,36$; $P<0,001$).

И при двете проби водната активност 3 часа след изпичането е висока, след което намалява. При хляба с топинамбур, водната активност се понижава от 0,995, стойност близка до тази на тестото, до 0,941 на 72-рия час, след което остава приблизително постоянна със стойности от 0,941 до 0,947.

Водната активност на хляба без топинамбур се понижава по-бързо, спрямо тази на хляба с топинамбур. Началната стойност ($a_w=0,961$) е по-ниска от тази на обогатения и се установява на 48 h т.е. 24 h по-рано. Разлика във водната активност между обогатения и необогатения хляб се наблюдава само между стойностите в първоначалния момент ($t=14,3166$; $df=8$; $P<0,001$), след 24-тия час ($t=3,7651$; $df=8$; $P=0,005$) и след 48-мия час ($t=6,092$; $df=8$; $P<0,001$) от изпичането. През останалия период (до 9 ден) стойностите и за двата хляба остават статистически еднакви като обогатеният хляб е с незначително по-ниска водна активност спрямо контролната проба.

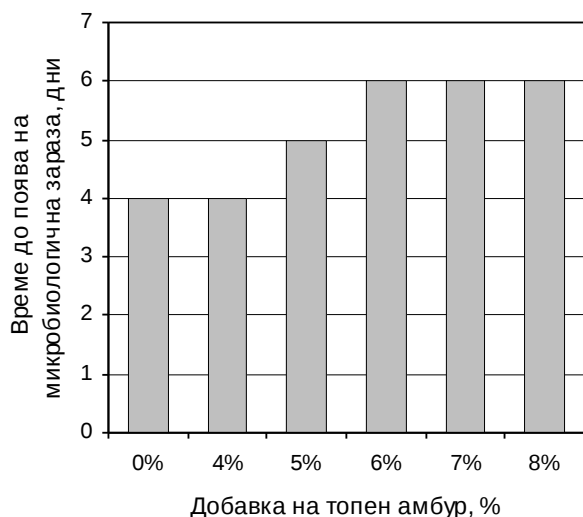
Тези резултати не отговарят на получените от Czuchajowska et al. [2], които проследяват изменението на водната активност на средината на бял хляб. Те отбелязват статистически незначително изменение на водната активност след 24 h съхранение, спрямо тази в първоначалния момент – 1 h след изпичането. От друга страна Muhhamad et al. [7] считат, че водната активност на цял хляб слабо нараства по време на съхранение. Разликите могат да се обяснят с различните обекти на изследванията, както и с различните условия на съхранение. Тези автори работят с бели хлябове, които след изпичането са с по-ниско влагосъдържание, поради по-ниското водопоглещане на тестото, т.е. по-малкото вода за замесване.

Понижението на водната активност се потвърждава от Lakins et al. [6], които

установяват намаляване с 0,02 единици в рамките на 14 дни съхранение. Тази стойност (0,02) е по-ниска от изследваната проба с топинамбур - 0,051 и е близка до тази на необогатения хляб – 0,014, като се има предвид по-краткия период на съхранение в изследвания случай.

Като следствие от резултатите може да се заключи, че средината на хляба с добавка на топинамбур запазва влажността си за по-продължителен период от време в сравнение с хляба без топинамбур. По-високата водна активност през началния период от съхранението вероятно се дължи на наличието на полизахарида инулин и на възможността му да свързаното с него по-здраво задържане на водата [9]. Следователно, очаква се, че хлябът ще запазва по-трайно мекотата на хлебната средина и свежестта си, което се потвърждава от други автори [1].

Установен е моментът за поява на микробна развала на хлебната средина (Фиг. 3). Въпреки по-високата водна активност, т. е. по-голямото количество свободна вода, хлябът с добавка на топинамбур се запазва по-продължителен период без наличие на видими плесени. Колонии от плесенни гъби се откриват на 4-тия ден при контролната проба и тази с 4% топинамбур. В пробите с 6, 7 и 8% топинамбур колонии на плесенни гъби се откриват най-рано на 6-тия ден, което е с 2 дни по-късно.



Фиг. 3: Период от време до поява на микробна развала на средина на хляб с различно количество топинамбур, съхраняван при температура $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и относителна влажност $75 \pm 1\%$.

Като се изхожда от този факт, може да се предположи, че наличието на топинамбур забавя развитието на плесенни гъби и удължава срока на

съхранение на хляба. Вероятна причина за това може да бъде наличието на съставки потискащи развитието на микроорганизмите.

Заклучение

В изследването е установено, че максималната стойност на водната активност се наблюдава при хляб с 6 % топинамбур. Влагането на по-висок процент топинамбур в хляба не води до значимо нарастване на водната активност. В хода на съхранение водната активност на хлебната средина намалява до определена стойност. Пробите с топинамбур запазват с 24 h по-дълго високи стойности на показателя (над 0,960). Въпреки това хлябът с добавен 6, 7 и 8 % топинамбур е по-устойчив на микробна развала. Появата на колонии от плесенни гъби се откриват с 48 h по-късно в сравнение с хляба без топинамбур и хляба с 4% топинамбур. Всичко това показва, че добавянето на топинамбур към брашно с високо пепелно съдържание оказва благоприятен ефект върху някои от показателите на съхранение на готовия хляб.

Благодарности

Изказваме благодарност на г-н Георги Кършибрадов за финансовата подкрепа на проекта, на проф. д-р Ана Кръстева за цялостната координация на изследванията и на инж. Мария Тодорова за неогржимата помощ при подготовката на хлябовете.

Литература

- [1] Кръстева А, Баева М, Гогова Ц, Дуракова А & Тодорова М. 2010. Изследване на възможностите за добавка на брашно от клубени на топинамбур към пшенично брашно (втора статия) *Хранително-вкусова промишленост*. 5: pp. 46-50.
- [2] Czuchajowska Z, Pomeranz Y & Jeffers HC. 1989. Water activity and moisture content of dough and bread *Cereal Chemistry*. 66: pp. 128-132.
- [3] Holdefer CO, Carrer ME, De Vargas V, De Mendonca Brandao NC, Porcu OM, Bortolotti SLV, Castro Gomes RJH & de Mendonca SNT. 2005. Bread stuffed and enriched with oats and inulin 2-nd Mercosur Congress on Chemical Engineering, Brasil. : pp. 1-6.
- [4] Holzapfel WH & Schillinger U. 2002. Introduction to pre- and probiotics *Food Res. Int.*. 35
- [5] John CB. 2001. The typical water activity of some food stuffs. In *Water activity in food stuffs*.
- [6] Lakins DG, Echeverry A, Alvarado CZ, Brooks JC, Brashears MT & Brashears MM. 2008. Quality of and mold growth on white enriched bread for military rations following directional microwave treatment *J. Food Sci.* 73: p. M99-103.
- [7] Mohamad A, Wahab S & Durrani Y. 2003. Effect of water activity (aw) moisture content and total microbial count on the overall quality of bread *International Journal of Agriculture & Biology*. 5: pp. 274-278.
- [8] Neven E. 2001. Inulina e oligofrutose- ingrediente multifuncionais para o desenvolvimento de produtos lácteos. 16
- [9] Soate J & Manczyk C. 2002. Panificacao inovadora com inulina e oligofrutose *Revista Aditivos & Ingredientes*. 19
- [10] Troller JA & Christian JHB. 1978. Water activity and food. Academic Press Inc., New York,

- [11] Wilson P. 2006. Measuring water activity using the novasina aw center *Laboratory Procedure MFLP-63*, Government of Canada. : pp. 1