





WSKAŹNIK STRAWNOŚCI ORAZ ZAWARTOŚĆ FRAKCJI SKROBI W POPULARNYCH PRODUKTACH PRZEKĄSKOWYCH BEZGLUTENOWYCH

Barbara Borczak  , Elżbieta Sikora , Joanna Kapusta-Duch , Marek Sikora 

UR w Krakowie, Wydział Technologii Żywności

Streszczenie. Cukrzyca insulinozależna (typu 1) jest chorobą współistniejącą z celiakią (nie-tolerancją glutenu). W takich przypadkach dieta chorego musi uwzględniać oba te schorzenia. Z tego względu konieczne jest wprowadzanie na rynek produktów bezglutenowych, w tym produktów przekąskowych, ze zmniejszoną wartością indeksu glikemicznego. Celem niniejszej pracy było oznaczenie wskaźnika strawności skrobi *in vitro* oraz zbadanie składu jakościowego skrobi w popularnych słonych i słodkich przekąskach bezglutenowych. Analizie poddano następujące bezglutenowe produkty przekąskowe: herbatniki, grzanki, biszkopty, paluszki, wafle i chipsy. Większość badanych produktów odznaczała się wysokim stopniem strawności skrobi oraz dużą zawartością skrobi opornej. Największe zawartości skrobi wolno trawionej (SDS) oznaczono w herbatnikach i wafelach, a mniejsze wartości zaobserwowano w paluszkach, chipsach, grzankach i biszkoptach ($p < 0,05$). Najmniejsza zawartość skrobi szybko trawionej (RDS) została oznaczona w herbatnikach ($p < 0,05$). Największą zawartość tej frakcji miały grzanki, paluszki i wafle ($p < 0,05$). Najmniejszą zawartość skrobi opornej (RS) miały wafle i grzanki ($p < 0,05$). Najwięcej tej frakcji oznaczono w chipsach, biszkoptach, paluszkach oraz herbatnikach ($p < 0,05$). Z kolei istotnie najniższym wskaźnikiem strawności skrobi (SDI) charakteryzowały się herbatniki, a najwyższym grzanki, paluszki oraz wafle ($p < 0,05$). Na podstawie uzyskanych wyników stwierdza się, że większość badanych produktów przekąskowych miała wysoki wskaźnik strawności skrobi oraz dużą zawartość skrobi szybko trawionej, co dyskwalifikuje je jako produkty rekomendowane dla osób chorych na celiakię z współistniejącą cukrzycą typu 1.

Słowa kluczowe: celiakia, cukrzyca, dieta bezglutenowa, przekąski, wskaźnik trawienia skrobi

Barbara Borczak  <https://orcid.org/0000-0001-6380-7344>; Elżbieta Sikora  <https://orcid.org/0000-0002-0301-0306>; Joanna Kapusta-Duch  <https://orcid.org/0000-0003-3882-2483>; Marek Sikora  <https://orcid.org/0000-0002-8437-889X>

 barbara.borczak@urk.edu.pl

© Copyright by Wydawnictwo SGGW

PRZEGLĄD LITERATURY

Celiakia jest trwającą przez całe życie nietolerancją glutenu. Występujące ona u pre-disponowanych genetycznie osób, u których po spożyciu glutenu zachodzi nieprawidłowe pobudzenie układu immunologicznego jelit [Czerwionka-Szafarska i in. 2006, Szajewska 2008], co prowadzi do zmian histopatologicznych w obrębie śluzówki jelita cienkiego. Zmiany te polegają na zaniku kosmków jelitowych, przeroście krypt, a także limfocytarnym nacieku błony śluzowej. Jednocześnie u 3–6% osób chorych na celiakię odnotowuje się występowanie współistniejącej cukrzycy typu 1 – choroby autoimmunologicznej, w której dochodzi do uszkodzenia komórek β trzustki, co objawia się niedoborem insuliny. Istnieje prawdopodobieństwo genetycznego powiązania obu tych schorzeń (celiakii i cukrzycy typu 1), gdyż w obu przypadkach obserwuje się częstsze występowanie genów zgodności tkankowej HLA [Dudziak i Regulska-Iłlow 2012]. Obecnie wiadomo, że zarówno cukrzyca typu 1, jak i celiakia są schorzeniami nieuleczalnymi. Jedynie ściśle przestrzeganie zaleceń przyczynia się do zaniku objawów tych chorób. Bardzo ważnym aspektem jest także przestrzeganie odpowiedniej diety, przy jednoczesnym ograniczeniu spożycia cukrów prostych, łatwo przyswajalnych. Warto jednak pamiętać, że dieta osób chorych na celiakię ze współistniejącą cukrzycą typu 1 powinna uwzględniać dostęp do produktów przekąskowych, zarówno słodkich, jak i słonych, które spełniałyby kryteria dla osób chorych na oba te schorzenia.

Obecnie na polskim i zagranicznym rynku obserwuje się nieznaczny spadek sprzedaży słonych przekąsek. W 2012 roku sprzedaż chipsów w Polsce wyniosła 35,5 tys. t (co dało wartość sprzedaży blisko 213 mln EUR), a słonych paluszków i precelków 25 tys. t (67,4 mln EUR). Przeciwną tendencję obserwuje się na rynku słodkich przekąsek, gdyż z każdym rokiem rośnie zainteresowanie tą grupą produktów. Wartość polskiego rynku słodczy w 2013 roku wynosiła blisko 307 mld EUR. Według przewidywań do 2018 roku światowa sprzedaż słodczy ma rosnać około 2,5% rocznie [Krzywiński i Tokarczyk 2011, Wesołowska 2013]. Takie dane świadczą o stałym popycie na produkty przekąskowe, który ulega fluktuacji wynikającej z konieczności stosowania specjalnej diety przez konsumentów, a także z rosnących wymagań konsumentów co do składu i jakości produktów spożywczych.

CEL PRACY

Celem niniejszej pracy było oszacowanie wartości wskaźnika strawności *in vitro* oraz zbadanie składu jakościowego skrobi w popularnych produktach przekąskowych, bezglutenowych.

MATERIAŁ I METODY

Analizie poddano sześć produktów przekąskowych firmy produkującej wyroby bezglutenowe:

- Herbatniki maślane o składzie: mąka kukurydziana, skrobia kukurydziana, masło 22% (mleko), cukier, mleko w proszku odtłuszczone, jaja, syrop glukozowy, substancje spulchniające: pirofosforandisodowy, kwaśny węglan sodu, aromat.

- Grzanki śródziemnomorskie o składzie: skrobia kukurydziana, woda, drożdże piwne, glukoza, oliwa z oliwek extra virgin (3%), mąka kukurydziana, włókno roślinne, kapary, oliwki, sól, cukier, substancje zagęszczające: guma guar, E464; rozmaryn, oregano.
- Biszkopcy o składzie: jaja, skrobia pszenna bezglutenowa, skrobia ziemniaczana, cukier.
- Paluszki z solą o składzie: skrobia kukurydziana, woda, sól 5%, olej roślinny rzepakowy, cukier, drożdże, substancje zagęszczające: guma guar, E464; błonnik ziemniaczany, emulgatory: lecytyna rzepakowa, mono- i diglicerydy kwasów tłuszczowych; substancje spulchniające: wodorowęglan amonu, wodorowęglan sodu; regulator kwasowości: E575.
- Wafle o składzie: skrobia kukurydziana, woda, olej roślinny rzepakowy, sól, glukoza, cukier, substancja zagęszczająca: guma guar i E464, błonnik ziemniaczany, regulator kwasowości: E575.
- Metax crispys o składzie: chrupki solone niskobiałkowe, skrobia kukurydziana, skrobia ziemniaczana, sól, emulgator (E471), stabilizator (E461), olej roślinny, przeciwutleniacz (E300), kolor (E160a).

Wszystkie produkty do analiz zostały zmielone w młynku laboratoryjnym Knifetec 1095 sample mill. W materiale badawczym oznaczono zawartości: suchej masy [AOAC 2006], wolnej glukozy (FG) oraz glukozy zhydrolizowanej po 20 (G_{20}) i 120 min (G_{120}) trawienia według metody Englysta i innych [1992], w modyfikacji Chunga i innych [2010], używając następujących roztworów enzymów: amyloglukozydaza ($3300 \text{ U} \cdot \text{ml}^{-1}$, Megazyme International, Irlandia Ltd., Bray, Irlandia), α -amylaza z trzustki wieprzowej (P-7545, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA), oraz inwertaza (I-4504, $300 \text{ U} \cdot \text{mg}^{-1}$, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA). Badane próbki wytrząsano poziomo w łaźni wodnej (200 uderzeń na 1 min) (WNE14, Memmert GmbH + Co KG, Schwabach, Niemcy). Ilość uwolnionej glukozy oznaczano metodą kolorymetryczną z użyciem reagentu zawierającego enzymy: oksydazę glukozową i peroksydazę (K-Glox 09/12, Megazyme International, Irlandia Ltd., Bray, Irlandia). Zawartość skrobi odpornej (RS – ang. *resistant starch*) oraz zawartość skrobi całkowitej (TS – ang. *total starch*) oznaczono metodami AOAC 2002.2; AACC 32-40 z użyciem zestawu enzymatycznego firmy Megazyme (K-RSTAR 08/11, Megazyme International, Irlandia Ltd., Bray, Irlandia). Na podstawie uzyskanych wyników obliczono parametry: zawartość skrobi szybko trawionej (ang. *rapidly digestible starch*) $\text{RDS} = (G_{20} - \text{FG}) \times 0,9$; zawartość skrobi wolno trawionej (ang. *slowly digestible starch*) $\text{SDR} = (G_{120} - G_{20}) \times 0,9$; wskaźnik strawności skrobi (ang. *starch digestibility index*) $\text{SDI} [\%] = (\text{RDS} \cdot \text{TS}^{-1}) \times 100$. Pomiary frakcji skrobi wykonano w trzech równoległych powtórzeniach.

Otrzymane wyniki przedstawiono jako wartości średnie ($\pm \text{SD}$) i porównano z użyciem jednoczynnikowej analizy wariancji przy poziomie istotności $p < 0,05$, a istotność różnic między średnimi wartościami zbadano testem Duncana (Statistica 12, Statsoft Polska).

WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartość suchej masy w produktach przekąskowych, bezglutenowych kształtowała się na poziomie od 91,95 do 95,45 g $\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (tab.). Różnice w zawartości tego parametru były istotne statystycznie ($p < 0,05$). Największą zawartością suchej masy charakteryzowały się herbatniki, a najmniejszą biszkopcy.

Tabela. Średnie wartości wybranych parametrów produktów bezglutenowych

Table. Mean values of the selected parameters of gluten-free products

Produkt Product	Sucha masa Dry matter	Skrobia całkowita Total starch	Skrobia wolno trawiona Slowly digestible starch	Skrobia szybko trawiona Rapidly digestible starch	Skrobia oporna Resistant starch	Wskaźnik trawienia skrobi Starch digestibility index
						%
			g·100 g ⁻¹ s.m. g·100 g ⁻¹ d.m.			
Herbatniki Biscuits	95,45 ^f ±0,05	52,40 ^c ±1,18	14,36 ^b ±0,91	21,49 ^b ±1,24	16,55 ^a ±4,44	45,46 ^d ±2,62
Grzanki Croutons	94,72 ^c ±0,009	80,46 ^a ±0,87	6,67 ^a ±1,49	62,79 ^a ±3,25	11,03 ^{ab} ±4,08	80,01 ^b ±4,38
Biszkopty Sponge cake	91,95 ^a ±0,09	63,45 ^d ±0,30	7,07 ^a ±2,24	38,68 ^c ±0,32	17,70 ^a ±3,77	68,19 ^c ±0,57
Paluszki Bread sticks	93,57 ^c ±0,003	84,56 ^b ±0,70	6,49 ^a ±1,60	61,34 ^a ±1,59	16,73 ^a ±0,29	77,67 ^{ab} ±2,01
Wafle Wafers	93,24 ^b ±0,06	84,97 ^b ±0,32	16,86 ^b ±3,26	61,92 ^a ±1,30	6,19 ^b ±3,90	78,15 ^{ab} ±1,64
Chipsy Chips	93,97 ^d ±0,02	80,99 ^a ±1,02	8,17 ^a ±0,59	55,10 ^d ±2,12	17,72 ^a ±1,53	72,39 ^{ac} ±2,79

Wartości w kolumnach oznaczone niejednorodnymi literami są statystycznie różne przy $p < 0,05$.

The values in columns with varied letters are statistically different at $p < 0.05$.

W ocenie strawności skrobi oznaczono zawartość różnych frakcji tego polisacharydu, w tym skrobi wolno trawionej (SDS), skrobi szybko trawionej (RDS), skrobi odpornej (RS), oraz całkowitą zawartość skrobi (TS).

Produkty bezglutenowe charakteryzują się wysokim indeksem glikemicznym [Segura i Rosell 2011], głównie ze względu na to, że zawierają dużo skrobi szybko trawionej. Na podstawie uzyskanych parametrów obliczono wartość wskaźnika trawienia skrobi (SDI – ang. *starch digestibility index*), który wyraża procentowy stosunek skrobi szybko trawionej do całkowitej ilości skrobi. Wyznaczenie wartości tego wskaźnika uznawane jest przez niektórych naukowców jako alternatywny sposób określenia indeksu glikemicznego produktów żywnościowych [Englyst i in. 1992, Nayak i in. 2014]. Istnieją bowiem doniesienia wskazujące na wysoki współczynnik korelacji między wskaźnikiem SDI a indeksem glikemicznym produktów żywnościowych [Englyst i in. 1992, Nayak i in. 2014]. Skrobia szybko trawiona to taka część skrobi znajdującej się w danym produkcie, która ulega strawieniu w ciągu 20 min od jego konsumpcji i przyczynia się do szybkiego wzrostu poziomu glukozy we krwi. Skrobia wolno trawiona to taka, która ulega całkowitemu strawieniu w jelicie cienkim, ale w wolniejszym tempie niż RDS, tj. w czasie 20–120 min od konsumpcji. Z kolei skrobia oporna w ogóle nie ulega strawieniu w układzie pokarmowym. Według Rozporządzenia Komisji (UE) 851/2013 „spożycie produktów o wysokiej zawartości skrobi wolno trawionej (SDS) podnosi stężenie glukozy we krwi po

pośliku w mniejszym stopniu niż spożycie produktów o niskiej zawartości SDS”. Jednocześnie skrobia oporna obecna w produktach spożywczych nie jest podatna na trawienie enzymatyczne i im większy jej udział, tym mniejsza część skrobi zostaje przekształcona w łatwo dostępną formę glukozy, co może skutkować obniżeniem po posiłkowego stężenia glukozy we krwi [Englyst i in. 1992].

Ilość RDS oznaczona w grzankach, paluszkach, waflach oraz chipsach bezglutenowych w przeprowadzonym badaniu mieściła się w szerszym zakresie (55,10–62,79 g·100 g⁻¹ s.m.), czyli wskaźnik SDI tych produktów był także wysoki (72,39–80,01%) – tabela [Segura i Rosell 2011]. Wartości wskaźnika SDI biszkoptów i herbatników były istotnie statystycznie mniejsze ($p < 0,05$) i wyniosły odpowiednio 68,19 i 45,46% ($p < 0,05$) – tabela, co sprawiło, że mogłyby zostać zaliczone do grupy produktów o potencjalnie średnim oraz niskim indeksem glikemicznym [Segura i Rosell 2011]. Warte podkreślenia jest także, że zarówno biszkopty (38,68 g·100 g⁻¹ s.m.), jak i herbatniki (21,49 g·100 g⁻¹ s.m.) zawierały istotnie mniejszą ($p < 0,05$) ilość RDS w porównaniu z pozostałymi badanymi produktami przekąskowymi (tab.). Ponadto suma zawartości frakcji SDS i RS w badanych produktach bezglutenowych była największa w herbatnikach (30,91 g·100 g⁻¹ s.m.), a najmniejsza w grzankach (17,7 g·100 g⁻¹ s.m.), co znalazło także odzwierciedlenie w odpowiednio najmniejszej (45%) oraz największej (80%) wartości wskaźnika SDI tych produktów (tab.).

Na strawność badanych produktów skrobiowych wpłynęły zarówno czynniki zewnętrzne, jak i wewnętrzne. Stopień przetworzenia żywności oraz obecność w niej innych składników zaliczane są do czynników zewnętrznych. Wszystkie badane produkty bezglutenowe zaliczane są do produktów przetworzonych, przy produkcji których zastosowano procesy hydrotermiczne. Zastosowanie wysokiej temperatury w obecności odpowiedniej ilości wody sprawiły, że skrobia w produktach uległa pęcznieniu, a następnie kleikowaniu, co przyczyniło się do zwiększenia jej strawności, a co za tym idzie dużych wartości wskaźnika SDI (tab.).

Czynniki wewnętrzne związane są głównie ze stosunkiem amylozy do amylopektyny (w produktach bezglutenowych wykorzystywane są skrobie o większej ilości amylopektyny w stosunku do amylozy, a co za tym idzie bardziej podatne na działanie α -amylazy). Ponadto do czynników tych zalicza się także wielkość ziarenek skrobiowych (im mniejsze ziarenka, tym bardziej podatne na hydrolizę enzymatyczną) [Tester i in. 2004] i ich powierzchnie (obecność porów ułatwiających wnikanie większych cząsteczek, w tym enzymów np. w skrobi kukurydzianej) [Fannon i in. 1993]. Nie bez znaczenia są również substancje związane ze skrobią (np. tłuszcze lub białka) [Brennan i in. 1996, Cui i Oates 1999] oraz typ polimorficzny struktury skrobi (typ a w skrobiach zbożowych wykazuje większą strawność w porównaniu do typu b w skrobiach ziemniaczanych) [Sprichuwong i in. 2005]. Występowanie glutenu w produktach skrobiowych wpływa na zmniejszenie strawności skrobi, gdyż wytwarza się naturalna interakcja skrobi z białkiem. Zaburzenie tej interakcji w produktach bezglutenowych przyczynia się do szybszego przyswajania skrobi, a co za tym idzie zwiększenia się glikemii poposiłkowej po ich spożyciu. Ponadto w badaniach laboratoryjnych, w których zostały wykorzystane enzymy glikolityczne, zaobserwowano skrócenie czasu trawienia skrobi *in vitro* w mące pszennej, z której został usunięty gluten [Dudziak i Regulska-Ilow 2012].

W podsumowaniu:

- największe zawartości skrobi wolno trawionej oznaczono w herbatnikach i wafłach, a istotnie mniejsze wartości zaobserwowano w paluszkach, chipsach, grzankach i biszkoptach ($p < 0,05$),
- najmniejsza zawartość skrobi szybko trawionej została oznaczona w herbatnikach. Największą zawartością tej frakcji charakteryzowały się grzanki, paluszki i wafle ($p < 0,05$),
- najmniejszą zawartością skrobi odpornej odznaczały się wafle i grzanki. Najwięcej tej frakcji oznaczono w chipsach, biszkoptach, paluszkach oraz herbatnikach ($p < 0,05$),
- istotnie najniższym wskaźnikiem strawności skrobi charakteryzowały się herbatniki, a najwyższym grzanki, paluszki oraz wafle ($p < 0,05$).

WNIOSKI

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że większość badanych produktów przekąskowych (za wyjątkiem herbatników i biszkoptów) charakteryzowała się wysokim wskaźnikiem strawności skrobi oraz dużą zawartością skrobi szybko trawionej, co oznacza, że nie mogą być produktami rekomendowanymi dla osób chorych na celiakię ze współistniejącą cukrzycą typu 1.

Przed technologami żywności stoi zatem wyzwanie mające na celu wyprodukowanie takich produktów przekąskowych, poprzez dobór m.in. odpowiednich składników recepturowych, które pozwolą uzyskać produkt o małej strawności skrobi, niezawierający glutenu i jednocześnie charakteryzujący się odpowiednią jakością akceptowaną przez potencjalnych konsumentów.

LITERATURA

- AOAC, 2006. Official Methods of Analysis of AOAC International. Wyd. 18. Gaithersburg.
- Brennan C.S., Harris N., Smith D., Shewry P.R., 1996. Structural differences in the mature endosperms of good and poor malting barley cultivars. *J. Cereal Sci.* 24, 171–177.
- Chung H.J., Liu Q., Hoover R., 2010. Effect of Single and Dual Hydrothermal Treatments on the Crystalline Structure, Thermal Properties, and Nutritional Fractions of Pea, Lentil, and Navy Bean Starches. *Food Res. Int.* 43, 501–508.
- Cui R., Oates C.G., 1999. The effect of amylose-lipid complex formation on enzyme susceptibility of sago starch. *Food Chem.* 65, 417–425.
- Czerwionka-Szafarska M., Szafarska-Popławska A., Müller L., 2006. Celiakia. choroba trzewna dzieci i dorosłych. *Alergia* 2, 20–24.
- Dudziak K., Regulska-Iłow B., 2012. Znaczenie wartości indeksów glikemicznych produktów bezglutenowych w terapii choroby trzewnej i współistniejącej cukrzycy typu 1. *Endokrynol. Pol.* 3, 98–108.
- Englyst H.N., Kingman S.M., Cummings J.H., 1992. Classification And Measurement Of Nutritionally Important Starch Fractions. *Eur. J. Clin. Nutr.* 46 (Suppl), 33–50.
- Fannon J.E., Shull J.M., Bemiller J.N., 1993. Interior channels of starch granules. *Cereal Chem.* 70, 611–613.

- Krzywiński T., Tokarczyk G., 2011. Słone i pikantne przekąski na rynkach Polski i świata. Przem. Spoż. 5, 47–50.
- Nayak B., De Berrios J., Tang J., 2014. Impact of food processing on the glycemic index (GI) of potato products. Food Res. Int. 56, 35–46.
- Rozporządzenia Komisji (UE) nr 851/2013 z dnia 3 września 2013 r. dopuszczające niektóre oświadczenia zdrowotne dotyczące żywności, inne niż oświadczenia odnoszące się do zmniejszenia ryzyka choroby oraz rozwoju i zdrowia dzieci oraz zmieniające rozporządzenie (UE) nr 432/2012. Dz.U. UE L 235 z 04.09.2013, s. 3–7.
- Segura M.E., Rosell C.M., 2011. Chemical composition and starch digestibility of different gluten-free breads. Plant Foods Hum. Nutr. 3, 224–230.
- Srichuwong S., Sunarti T.C., Mishima T., Isono N., Hisamatsu M., 2005. Starches from different botanical sources ii: contribution of amylopectin fine structure to thermal properties and enzyme digestibility. Carbohydr. Polym. 60, 529–538.
- Szajewska H., 2008. Czy Można Zapobiec Celiakii? Gastroenterol. Pol. 15, 119–122.
- Tester R.F., Karkalas J., Yi X., 2004. Starch – composition, fine structure and architecture. J. Cereal Sci. 39, 151–165.
- Wesołowska A., 2013. Polski Rynek Słonych Przekąsek obecnie i w przyszłości. Przem. Spoż. 5, 36–37.

STARCH DIGESTIBILITY INDEX AND STARCH FRACTIONS CONTENT IN POPULAR GLUTEN-FREE SNACKS

Summary. Insulin-dependent diabetes (type 1 diabetes) is a disease coexisting with celiac disease (gluten intolerance). In such cases, the diet must take into account of both diseases. For this reason, it is necessary to introduce to the market of both gluten-free products with decreased value of the glycemic index, including snack products. The aim of this study was to estimate the starch digestibility index *in vitro* and determination of the starch quality in popular gluten-free salty and sweet snacks. There were analyzed the following gluten-free products: biscuits, toasts, sponge cakes, bread sticks, wafers and chips. Most of the tested products were characterized by a high degree of starch digestibility and high content of resistant starch. The highest content of slowly digestible starch (SDS) were determined in biscuits and wafers, while significantly lower values were observed in bread sticks, chips, toasts and sponge cakes ($p < 0.05$). The lowest content of rapidly digestible starch (RDS) has been marked in biscuits ($p < 0.05$). The highest content of this starch fraction was found in toasts, bread sticks and wafers ($p < 0.05$). The lowest content of resistant starch (RS) was observed in wafers and toasts ($p < 0.05$). Most of this fraction was determined in chips, sponge cakes, bread sticks and biscuits. Significantly the lowest starch digestion index was determined in biscuits while the highest starch digestibility index (SDI) was determined in toasts, bread sticks and wafers ($p < 0.05$). Based on these results it can be concluded that all of the tested snack products, except biscuits and sponge cakes were characterized by a high starch digestion index and high content of rapidly digestible starch. Therefore, they cannot be recommended for people with celiac disease and type 1 diabetes mellitus.

Key words: celiac disease, diabetes, gluten-free diet, snacks, starch digestibility index