

Egy mindennapi élelmiszer-alapanyag, a búza Barát vagy ellenség?

Bugyi Zsuzsanna – Török Kitti – Hajas Livia – Tömösközi Sándor

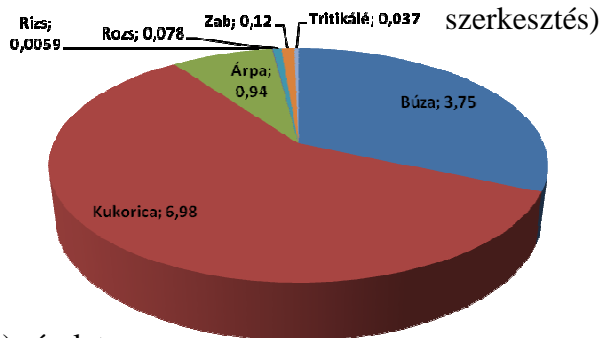
Összefoglalás

A gabonák szerepe történelmi távlatokban és napjainkban is kiemelkedő, mezőgazdasági, élelmezésügyi és nemzetgazdasági szempontból egyaránt. A számos termesztett gabonaféle közül kiemelt szerep és figyelem jut a búzának, mely rendkívül sok élelmiszeripari termék alapanyagául szolgál. A búza Magyarországon a második legnagyobb mennyiségben termesztett gabona élelmiszerként történő felhasználásának jelentős voltát pedig jól jelzi, hogy az egy főre eső lisztfogyasztás éves szinten 80-90 kg között mozog.

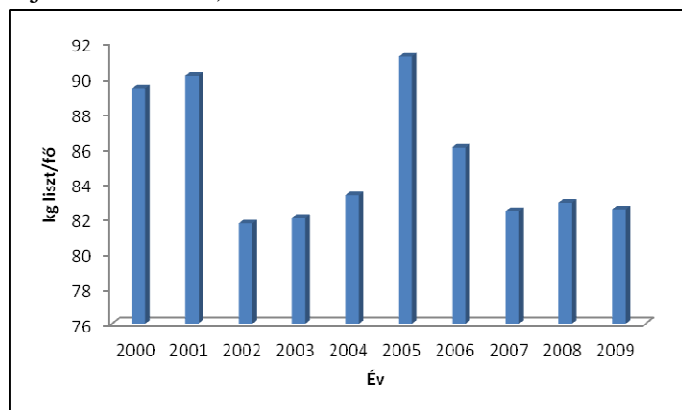
1. ábra: A hazai leggyakoribb gabonafélék termesztése 2010-ben (betakarított összes termés, millió tonna) (Forrás: KSH, saját szerkesztés)

A búzára és egyéb gabonafélékre jelentőségüknél fogva számos kutatási terület épül, melyek közül a legjelentősebbek a következők:

- Nemesítés
 - Beltartalmi vizsgálatok
 - Az összetevők (fehérje, keményítő, stb.) részletes jellemzése és funkcióik megértése
 - Állomány, állag, reológiai és érzékszervi vizsgálatok
 - Funkcionális komponensek azonosítása
 - Hagyományos termékek és új, funkcionális élelmiszerek fejlesztése
- A fentiek mellett egy viszonylag új szempontrendszer is jelentkezik.



2. ábra: Éves hazai lisztfogyasztás (búza- és rozsliszt, búzadara, kg/fő) (Forrás: KSH, saját szerkesztés)



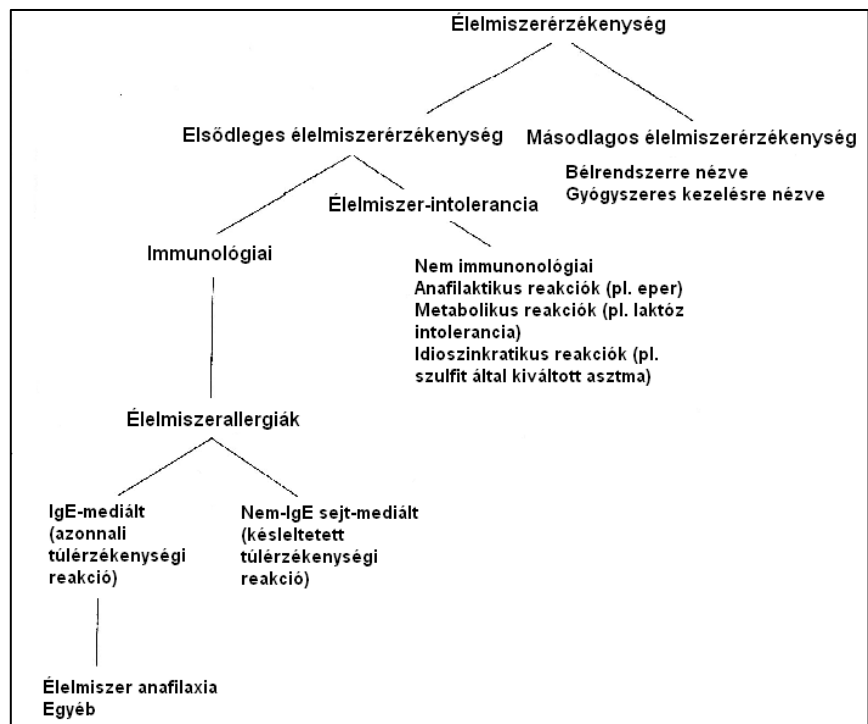
A Codex Alimentarius besorolása alapján a búza (és egyéb gluténtartalmú gabonák) egyike azon 8 élelmiszer-alapanyagoknak, melyek az allergiás reakciók 90%-ának kiváltásáért felelősek. Ezen alapanyagok (kiegészítve 6 másik élelmiszer-összetevővel) jelenlétének feltüntetése kötelező az élelmiszerek csomagolásán (2003/89/EC,

2006/142/EC, 40/2008 FVM SZMM együttes rendelet):

1. **Glutént tartalmazó gabonák** (búza, rozs, árpa, zab, tönköly, kamut-búza vagy ezek hibrid változatai) és azokból készült termékek
2. Rákfélék és azokból készült termékek
3. Tojás és abból készült termékek
4. Halak és azokból készült termékek
5. Földimogyoró és abból készült termékek
6. Szójabab és abból készült termékek
7. Tej és abból készült termékek
8. Diófélék és azokból készült termékek
9. Zeller és abból készült termékek
10. Mustár és abból készült termékek
11. Szezámmag és abból készült termékek
12. Kén-dioxid
13. Csillagfürt és abból készült termékek
14. Puhatestűek és abból készült termékek

Az allergiás reakciók kiváltásáért a fenti élelmiszer-összetevők egyes fehérjekomponensei felelősek. Ugyanakkor fontos kiemelni, hogy az allergia az élelmiszerek által kiváltott

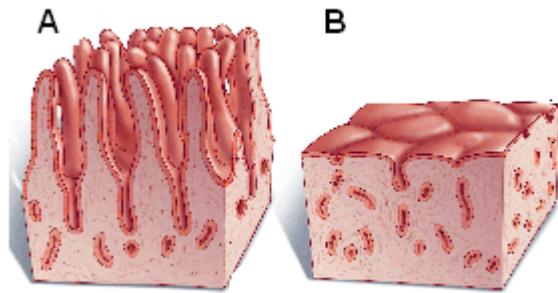
túlérzékenységi reakciók csupán egyik típusa, melynek alapját immunmediált folyamatok képezik. A túlérzékenységi reakciók a következő csoportokba sorolhatók: IgE- és nem IgE-mediált elsődleges immunreakciók, nem immunológiai alapú élelmiszer-intoleranciák, és másodlagos túlérzékenységi reakciók. Míg ezeket a reakciókat gyakran kollektíven említik élelmiszerallergia néven, a valódi élelmiszerallergiák ezen reakciók csupán töredékét képviselik (Gendel, 2008).



3. ábra: Az élelmiszerekkel szemben jelentkező túlérzékenységi reakciók típusai (Taylor, 2001)

A továbbiakban a búzához kötődő túlérzékenységi reakciók közül a két leggyakoribbat, a búzaallergiát és a cöliákiát tárgyaljuk részletesen.

A búzaallergia immunmediált allergiás reakció. Fő tünete gyermekeknél az atópiás dermatitisz (az ekcéma egy típusa), mely társulhat légző- és emésztőrendszeri problémákkal. Felnőttek esetében a betegség leggyakoribb megnyilvánulásai az angioödéma, az irritábilis bélszindróma, a nyelőcső gyulladása, ritkán fekélyes vastagbél-gyulladás, valamint az anafilaxiás sokk. Előfordulási gyakoriságát tekintve



felmérések megállapították, hogy az élelmiszerallergiás betegek 20%-a búzaallergiás. A betegség egyetlen kezelési módja a búzát teljes mértékben elhagyó diéta alkalmazása. Emellett az étrendből el kell hagyni a rozst és az árpat is, mivel klinikai vizsgálatok keresztreakciót mutattak ki ezen gabonák és a búza között (Hischenhuber, (Király 2006).

4. ábra: A: egészséges bélbolyhok, B: károsodott bélbolyhok

(forrás: http://s3-patients.gi.org/files/2011/09/pat_celiac_fig2.gif)

A cöliákia (más néven gluténérzékenység (cöliákia sprue) vagy glutén enteropátia) krónikus, gyulladást okozó autoimmun rendellenesség, mely a vékonybél nyálkahártyájának károsodásával jár

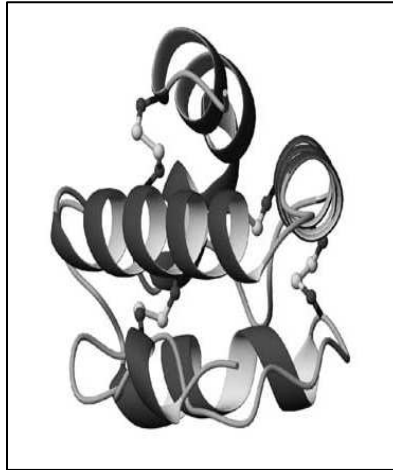
Ez emésztőrendszeri betegségeket, tápanyag-felszívódási zavarokat és még számos más tünetet okozhat. A cöliákia igen összetett rendellenesség, a fentebb említett fő tünetek mellett számos más formában is megnyilvánulhat, pl.: vashiányos vérszegénység, tartós fogzománc-károsodás, epilepszia, agyi elmeszesedés, májkárosodás, csontritkulás, idiopátiás ataxia (a mozgáskoordináció ismeretlen eredetű hiánya), meddőség, non-Hodgkin limfóma, szívizom-bántalom, IgA-hiány, Down-kór és 1-es típusú diabétesz. A cöliákia a népesség kb. 1%-át érinti. Az elvégzett számos vizsgálat ellenére a cöliákiáról nem áll rendelkezésre pontos gyakoriság-adat. Ennek oka, hogy a cöliákiát más bélrendszeri betegségekhez való hasonlósága miatt gyakran félrediagnosztizálják. Emellett létezik a betegségnek látens formája, mellyel nem fordulnak orvoshoz. Így valószínűsíthető, hogy a valós adat az eddig tapasztaltaknál magasabb lehet. A cöliákia kezelése, hasonlóan a búzaallergiához, a búza, a rozs és az árpa fehérjék teljes körű elhagyásával járó, egész életen át tartó diéta. Klinikai vizsgálatok kimutatták, hogy a cöliákiás betegek nagy része jól tolerálja a zabot, így bizonyos országokban engedélyezik a zab gluténmentes diétába való beillesztését (Størsrud, 2003; Gendel, 2008).

Az élelmiszerek által kiváltott túlérzékenységi reakciók kiváltásáért tehát egyes fehérjék felelősek. Nehéz megbecsülni, hogy ezen fehérjék mekkora mennyisége váltja ki a tünetek megjelenését, mivel az adatok nagy egyéni változatosságot mutatnak. Búzaallergia esetén az allergiás reakciót kiváltó fehérjemennyiség 100 mg és 25 g között változik. Cöliákia esetében a még biztonságosan elfogyasztható fehérjemennyiség napi 20-100 mg közé tehető (Hischenhuber, 2006). Fontos azt is hangsúlyozni, hogy nem minden gabonafehérje vált ki túlérzékenységi reakciókat.

A gabonafélék allergiát vagy intoleranciát kiváltó fehérjéi a prolamin fehérje szupercsalád tagjai. A szupercsalád nevét a gabona-prolaminokról kapta, melyek a rizs és a zab kivételével a gabonák fő tartalékfehérjéi és magas prolin- és glutamin-tartalommal jellemezhetők. A szupercsalád tágabb definíciója ma már magában foglal több fontos fehérjecsaládot, pl. a 2S albuminokat, a nem-specifikus lipidtranszfer proteineket, valamint a gabona-magvakban található α -amiláz- és/vagy tripszin-inhibitorokat. Ezek az alacsony molekulatömegű fehérjék mind gazdagok ciszteinben, valamint 3D szerkezetük is hasonló, mely sok α -hélixet tartalmaz (Breitender, 2004; Takács, 2010).

Nem-specifikus lipidtranszfer proteinek

Ezen fehérjecsalád tagjai 7-9 kDa tömegű monomer-fehérjék, melyekből 4 diszulfid-híd segítségével hidrofób csatorna alakul ki. Ezen fehérjék széleskörű szubsztrátkötő-specifitással rendelkeznek. Általában a növényi szervek külső epidermális rétegében halmozódnak fel. Ellenállóak a proteolízissel, az éles pH-változással, valamint a hőkezeléssel szemben is, hűtésre képesek visszarendeződni eredeti állapotukba. Közös szerkezeti



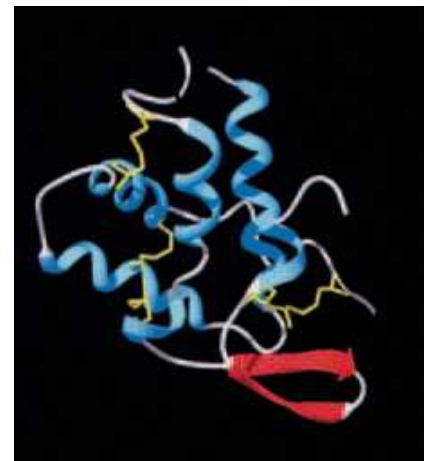
tulajdonságaik magyarázzák allergén keresztreakciókra való hajlamukat. A gabonák közül pl. az árpa és a kukorica egyes fehérjéi sorolhatók ebbe a csoportba (Palacin, 2007).

5. ábra: Árpából

(Breitender, 2004) és kukoricából (Mills, 2003) származó nem-specifikus lipidtranszfer protein szerkezete

α -amiláz és proteáz inhibitorok

A növényi szövetekkel táplálkozó kártevők világszerte komoly károkat okoznak a gabonatermésben. A növényekben kifejlődött bizonyos fokú ellenállás, mely védekező fehérjék, például α -amilázok termelődésében nyilvánul meg. Ezek a fehérjék, melyek rendelkezhetnek proteináz aktivitással is, zavarják a növényi keményítő és fehérjék emésztését azáltal, hogy gátolják a kártevők emésztőenzimeit. Ilyen fehérjék termelésére képes pl. a búza az árpa, a rozs, a rizs és a kukorica. A fehérjék aminosavból épülnek fel, 4 diszulfidkötést tartalmaznak és monomer, dimer vagy tetramer formájában fordulnak elő. A fehérjecsalád allergén tagjai képesek túlérzékenységi reakciót kiváltani az arra hajlamos egyéneknél emésztés vagy belégzés útján (Breitender, 2004).

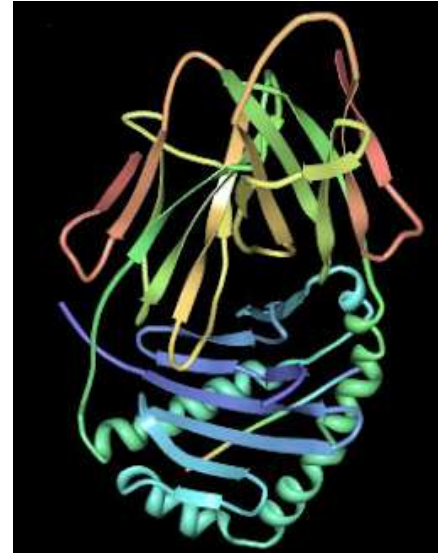


6. ábra: Búzából származó α -amiláz inhibitor szerkezete (Breitender, 2004)

Prolaminok

A prolaminok a gabonák fő tartalék-fehérjéi (búza: gluteninek és gliadinok rozs: szekalinok, árpa: hordeinek). A kénben gazdag prolaminok két domainből épülnek fel: egy N-terminális domainből, mely prolinban és

glutaminban dús ismétlődő szekvenciákat tartalmaz, valamint egy ismétlődéseket nem tartalmazó C-terminális domainből. Utóbbi cisztein-tartalmának köszönhetően intramolekuláris diszulfid hidak kialakítására képes, valamint feltételezhetően sok α -hélixet tartalmaz. Az LMW gluteninek, valamint az α - és γ -gliadinok N- és C-terminális domainjei hasonlóak. Ezzel szemben az ω -gliadinok csaknem teljesen ismétlődő szekvenciákból épülnek fel és alacsony kéntartalmú aminosav-tartalommal, valamint a cisztein hiányával jellemezhetők. A legmagasabb allergén reaktivitást az LMW gliadinok esetében tapasztalták, ezeket pedig az α - és γ -gliadinok követik. Az ω 5-gliadin fontos allergén komponensnek bizonyult gyermekek esetében. Emellett ez a fehérje keresztreaktivitást mutat különböző szekalinokkal és hordeinekkal (Tatham, 2008).



7. ábra: Egy gliadin molekula 3D szerkezete

(forrás: [http://4.bp.blogspot.com/_rroJMj3cGLg/R-](http://4.bp.blogspot.com/_rroJMj3cGLg/R-Ez6tcm5eI/AAAAAAAAAKQ/2TGxoSgMhSA/s400/Gliadin-Protein-3D.jpg)

[Ez6tcm5eI/AAAAAAAAAKQ/2TGxoSgMhSA/s400/Gliadin-Protein-3D.jpg](http://4.bp.blogspot.com/_rroJMj3cGLg/R-Ez6tcm5eI/AAAAAAAAAKQ/2TGxoSgMhSA/s400/Gliadin-Protein-3D.jpg))

Búzaallergénként azonosítottak α -amiláz inhibitor családba tartozó fehérjéket, a QQQP aminosav-szekvenciával rendelkező LMW glutenin alegységet, α - és β -gliadinokat, lipidtranszfer fehérjéket valamint az albumin/globulin frakció fehérjéit. A vizsgálatok szerint a búzafehérje-specifikus IgE antitest 26, 38 és 69 kDa méretű fehérjéket ismer fel. Eltérő antigén profil mutatható ki a búzaallergiások körében életkor és tünetek alapján. A gyermekeknél azonosított főbb allergének az α -, β -, γ -gliadinok és az albuminok/globulinok. Felnőtteknél az ω 5-gliadin a fő, az α -gliadinok a minor allergének. Felnőttek anafilaxiás reakcióinál a B típusú LMW glutenin alegység jelenléte jellemző. Gyermekek búza indukálta anafilaxiája esetében az ω -gliadin a fő allergén. Emellett keresztreaktivitást figyeltek meg az ω 5-gliadin-specifikus IgE antitest és a rozs γ -70 és γ -35 szekalin, valamint az árpa γ -3 hordein fehérjéi között.

A cöliákia kiváltásáért legnagyobb részben a búza gluténtartalma felelős, melynek mind gliadin, mind glutenin frakciói tartalmaznak betegséget aktiváló peptideket. Számos, az immunreakciót stimulálni képes gliadin epitópot azonosítottak. Kezeletlen cöliákias betegek esetében olyan T-limfocitákat mutattak ki, melyek egy 33 aminosavból álló α -gliadinból származó peptidet ismernek fel, melyben három átfedő aminosav-szekvenciát azonosítottak: PPPQPQLPY, PQPQLPYPQ, PYPQPQLPY. A cöliákia kiváltására egyes gluteninből származó peptidek is képesek (Hischenhuber, 2006; Briani, 2008; Niewinski, 2008; Vereckei, 2011).

Mint azt korábban ismertettük, a búzaallergia és a cöliákia esetében egyaránt az egyetlen kezelési mód az egész életen át tartó gluténmentes diéta. Ez jelentős felelősséggel jár mind a fogyasztók, mind az élelmiszergyártók, mind a hatóságok részéről. A glutén esetében rendelkezésre állnak olyan törvényben rögzített határértékek, melyek alapján egyes élelmiszerek gluténmentesnek (gluténtartalma kisebb, mint 20 ppm glutén, illetve 10 ppm gliadin), illetve rendkívül alacsony gluténtartalmúnak (gluténtartalma 20-100 ppm glutén, illetve 10-50 ppm gliadin) jelölhetők a csomagoláson (41/2009/EC, Magyarországon 2012. január 1-jén lépett hatályba). A határértékek betartásához azonban olyan érvényesített analitikai módszertan szükséges, mely megbízhatóan képes a glutén/gliadin mennyiségi meghatározására. Jelenleg rutinmódszerként a specifikus immunreakción alapuló ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) eljárást alkalmazzák. Az immunanalitikai módszerek

alkalmazhatósága azonban még nem teljes körű, a módszerek fejlesztése és érvényesítése számos nehézségbe ütközik (Seilmeier, 2003; Janssen, 2006; Poms, 2006; Bugyi 2012), pl.:

- Referencia módszerek és referencia anyagok hiánya.
- A feldolgozási folyamatok befolyással lehetnek a fehérjék tulajdonságaira (pl.: oldhatóság, immunaffinitás), ezáltal az analitikai eredményekre egyaránt.
- Különböző módszerek alkalmazásával azonos minták esetén is eltérő eredmények adódhatnak, mely származhat a módszerek különbségeiből: eltérő célmolekulák, antitestek, kalibráló anyagok, extrakciós eljárások.
- A vizsgálandó fehérjék genetikai-környezeti variabilitása is befolyással lehet az analitikai eredményekre.

Látható, hogy egy megbízható analitikai módszertan kidolgozása nagy jelentőséggel bírna a fogyasztók védelme érdekében, és széleskörű összefogást kíván meg kutatói, élelmiszer- és analitikai módszergyártói, valamint hatósági oldalról egyaránt. Az analitikai módszerfejlesztés mellett természetesen szükség van klinikai, termékfejlesztési, valamint társadalmi-gazdasági hatásokat vizsgáló kutatásokra is, annak érdekében, hogy az alapélelmiszernek számító búza és egyéb gabonák által hordozott élelmiszerbiztonsági kockázatot megfelelően kezelhessük.

Irodalomjegyzék

A teljes irodalomjegyzék a szerzőknél, illetve a KÉKI (www.keki.hu) és a MÉTE (www.mete.mtesz.hu) honlapján megtalálható.

Breitender, H. & Radauer, C. (2004): A classification of plant food allergens. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 113 (5), 821-830.

Briani, C., Samaroo, D. & Alaadini, A. (2008): Celiac disease: From gluten to autoimmunity. *Autoimmunity Reviews*, (7), 644-650.

FDA Threshold Working Group (corr. author: Gendel, S.) (2008): Approaches to establish thresholds for major food allergens and for gluten in food. *Journal of Food Protection*, 71 (5), 1043-1088.

Hischenhuber, C., Crevel, R., Jarry, B., Mäki, M., Moneret-Vautrin, D.A., Romano, A., Troncone, R. & Ward, R. (2006): Review article: safe amounts of gluten for patients with wheat allergy or coeliac disease. *Alimentary Pharmacology&Therapeutics*, 23: 559-575.

Janssen, F. (2006): Detecting wheat gluten in food. In: Koppelman, S.J. & Hefle, S.L. (Eds.) *Detecting Allergens in Foods*. Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, UK, pp. 244-273.

Király, R., Vecsei, Zs., Deményi, T., Korponay-Szabó, I.R. & Fésüs, L. (2006): Coeliac autoantibodies can enhance transamidating and inhibit GTPase activity of tissue transglutaminase: Dependence on reaction environment and enzyme fitness. *Journal of Autoimmunity*, 26, 278-287.

Takács, K., Szamos, J., Janáky, T., Polgár, M. & Gelencsér, É. (2010): Immune-analytical detection of the cross-reactive major cereal allergens. *Food and Agricultural Immunology*, 21 (4), 317-334.

Tatham, A.S. & Shewry, P.R. (2008): Allergens in wheat and related cereals. *Clinical and Experimental Allergy*, 38, 1712-1726.

Taylor, S.L. & Hefle, S.L. (2001): *Food Allergies and Other Food Sensitivities*. Food Technology, 55 (9), 68-83.

Vereckei, E., Szodoray, P., Poor, Gy. & Kiss, E. (2011): Genetic and immunological process in the pathomechanism of gluten-sensitive enteropathy and associated metabolic bone disorders. *Autoimmunity Reviews*, 10, 336-340.