



Ultrahang készülék: lehetőség és megoldás a szakosított tejtermelő telepek szaporodásbiológiai gondozásában

Hatvani Cs.

Bácsalmási Agráripari ZRt, 6430 Bácsalmás, Backnang u. 2.

ÖSSZEFOGLALÁS

Hazánkban a szakosított tejtermelő telepeken szaporodásbiológiai szempontból jelentős tartalékok vannak. A két ellés közti idő csökkentése éppúgy megoldandó feladat, mint az első termékenyítésre vemhesült tehenek számának növelése. Vizsgálataink célja az volt, hogy megvizsgáljuk, hogyan illeszthető be az ultrahangos vizsgálat egy nagyüzemi tehenészet szaporodásbiológiai munkájába, illetve általa javíthatók-e a szaporodásbiológiai mutatók. Munkánk során két holstein-fríz nagyüzemi tehenészetben végeztünk rektális ultrahang vizsgálatokat nagy felbontású, váltó frekvenciás, lineáris vizsgálófejjel ellátott Easi-Scan ultrahang készülékkel. Vizsgálatokat végeztünk az elléstől a termékenyítésig terjedő időszakban és a termékenyítések után. Saját vizsgálataink eredményeként elmondható, hogy az ultrahang készülékek az involúció időszakától kezdve, az első termékenyítés időpontjának megválasztásán keresztül, mind a vemhességi-, mind pedig a meddőségi vizsgálatok során jól alkalmazhatók. Segítségükkel a szaporodásbiológiai mutatók javíthatók.

(Kulcsszavak: ultrahang készülék, korai vemhesség vizsgálat, nem szokványos petefészek képletek)

ABSTRACT

Ultrasound machine: possibility and solution for dairy farms in reproduction management

Cs. Hatvani

Agriindustrial Company of Bácsalmás, H-6430 Bácsalmás, Backnang Str. 2

There is momentous store from the aspect of reproduction biology in the currently working, dairy farms in Hungary. The solving problems are reduction of the calving interval and the insemination index as well as increasing the number of the cows with their first insemination. Our goal was to check, how can we use the ultrasound scan in the fertility management of a big dairy, and with the use of it, is it possible to get better fertility numbers. We examined dairy cows by rectal ultrasound with a high definition, crossing frequency, and with linear examination head in two Hungarian dairy farms in determine post partum and post insemination. Our examinations shous that ultrasound systems can use well starting from the involution, chosing the first time of the insemination, pregnancy and sterility examinations. The reproduction index can be improved with their help.

(Keywords: ultrasound system, examination of early pregnancy, irregular forms in ovaries)

BEVEZETÉS

A jelenlegi alacsony tej átvételi árak mellett és az Európai Unió-béli versenyhelyzetben csak a termelés gazdaságosabbá tételével juthatunk közelebb versenytársainkhoz. Az

elmúlt évtizedekben megemelkedett tejtermeléssel párhuzamosan viszont számottevően romlott az állományok reprodukciós képessége. A két ellés közti idő átlagosan 438 nap. Ennek egyrészt oka a kitolódott szerviz periódus, ami az elléstől az újravemhesülésig eltelt napok számát jelenti. (Kerényi és mtsai., 2007) Hazánkban ez akár a 169 napot is meghaladhatja, az esetlegesen kívánatos és még gazdaságilag sem veszteséges 120 naphoz viszonyítva (Báder és mtsai., 2001). A tejtermelő tehenekkel foglalkozó szakemberek egybehangzó véleménye szerint a nagy tejtermelésű tehenészetekben az első termékenyítés időpontja az ellést követő 60. nap után optimális. (Gábor és mtsai., 2006). Ekkorra az évi 9–10 ezer kg tejtermelésű tehenek ellést követő negatív energiaegyensúlya is megszűnik, illetve befejeződik a méh szövettani involúciója is. Sajnálatos módon hazánkban az első termékenyítés ideje átlagosan 113 nap körül van. A rendkívül hosszú, két ellés közti idő másik okozója a termékenyítés után üresen maradt tehenek kései felderítése. Rektális, kézzel történő vemhességvizsgálattal, a termékenyítést követő 42. nap körül végezhető el biztonsággal az üres tehenek kiszűrése. A magyarországi gyakorlatban azonban a 60. vagy akár a 90. napra kitolódott vemhességvizsgálatok sem ritkák.

Az elmúlt évtizedekben a képalkotó eljárások jelentős technikai fejlődésen mentek keresztül. Közülük is a szaporodásbiológiai gyakorlatban leginkább a különböző ultrahang berendezések terjedtek el. Az ultrahangos vemhességvizsgálatok – pontosabban az üres tehenek felderítése – már a termékenyítés utáni 28–35. napon biztonsággal elvégezhető (Gábor, 2005). Segítségükkel a korai vemhességvizsgálat, az embrió fejlődésének nyomon követése mellett a petefészkek vizsgálatára is lehetőség nyílt. Így már az ellést követő involúciós, majd az önkéntes várározási idő alatti időszakban figyelemmel kísérhető a tüszőfejlődés, a ciklikus petefészkek működés megindulása, a sárgatest fejlődése és működése, illetve az esetlegesen előforduló rendellenes luteintartalmú petefészkek képletek (üreges sárgatestek, lutein ciszták, sárgatest ciszták) működésének és jellegzetességeinek vizsgálata, illetve mielőbb megkezdhető okszerű kezelésük is (Balogh és mtsai., 2008; Hatvani és mtsai., 2009).

Az optimálisnál hosszabb két ellés közötti idő miatti napi átlagveszteség (üres napok költsége) 490 Ft (1,92 USD) volt 2001-ben (Ózsvári és mtsai., 2004). Újabb adatok szerint ma már ez az érték meghaladja a 800 Ft-ot (a nemzetközi adatokban napi 3 USD költséggel számolnak), nem kérdés tehát, hogy a megfelelő hatékonyságú szaporodásbiológiai munkák elvégzéséhez az ultrahang készülékek minél szélesebb körű alkalmazása ma már feltétlenül ajánlott (Gábor és mtsai., 2006).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérletünket két holstein-fríz nagyüzemi tehenészetben végeztünk. Az állatok mindkét telepen mélyalmos istállóban voltak elhelyezve és monodietikus takarmányozásban részesültek. Munkánk során a rektális ultrahang vizsgálatokat nagy felbontású, váltó frekvenciás (4,5–8,5 MHz) lineáris vizsgálófejjel ellátott EASI-SCAN ultrahang készülékkel végeztük. Az első ultrahangos vizsgálatokat az involúciós időszakra időzítettük (n=518).

Az involúció korai (ellést követő 10–14 nap) szakaszában a magzatburok-visszatartás, majd az esetlegesen kialakuló méhgyulladások diagnosztizálása (1. ábra) mellett a petefészkeken a tüszőnövekedési hullámok megindulását vizsgáltuk. Az involúció középső szakaszában (14–28. nap) a méhgyulladások további vizsgálatát és kezelését, mindemellett a petefészkek működésének ciklikussá válását. Az involúció befejező szakaszában (28–42/45. nap) pedig mindezek mellett az első ovuláció bekövetkeztét és az esetlegesen előforduló nem szokványos petefészkeképletek – üreges sárgatestek, sárgatest ciszták, lutein ciszták (2., 3., 4. ábra) – előfordulási gyakoriságát vizsgáltuk.

1. ábra

Méhgyulladás



Source: Mendelez et al. (2004)

Figure 1: Puerperal metritis

2. ábra

Üreges sárgatest



Figure 2: CL with cavity

3. ábra

Lutein ciszta



Figure 3: Luteal cyst

4. ábra

Sárgatest ciszta



Figure 4: CL cyst

A termékenyítéseket követő 28–35. nap között rektális ultrahangos vemhességvizsgálatokat végzünk az üres tehének mielőbbi felderítése érdekében (n=462). A vizsgálatok során mindkét méhszarv teljes ellenőrzését, a petefészkek működését, a petefészkeképletek diagnosztizálását elvégezzük.

Vemhesség (5. ábra) esetén megfigyeltük a sárgatest meglétét, illetve a fennálló vemhesség mellett előforduló üreges sárgatestek gyakoriságát. Az üres tehének esetében, amennyiben az állat ciklusban van, az újabb ivarzást prosztaglandin készítményekkel indukáltuk. A ciklikus petefészkek-működés esetén az ovuláció szinkronizálására és a ciklusos petefészkek-működés megindítására az Ovsynch eljárást (GnRH a 0. napon, PGF_{2a} a 7. napon, ismét GnRH a 9. napon, és termékenyítés a 10. napon) alkalmaztuk.

5. ábra

Iker vehem

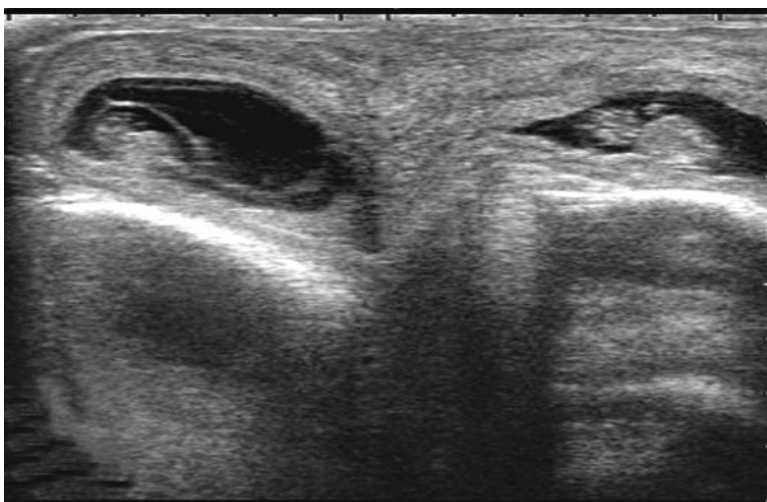


Figure 5: Twin pregnancy

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Az elléstől az első termékenyítésig terjedő időszak

Az ellést követő időszakban 518 tehén estében elvégzett rektális ultrahangvizsgálatok során az állatok 23,9%-ánál magzatburok visszatartást, majd az állatok 40,7%-ánál méhgyulladást diagnosztizáltunk. A tehének 55,4%-át találtuk méhprobléma-mentesnek. Az 518 vizsgált tehén közül 388 állat (74,9%), estében ciklusos petefészkek működést, 4,25%-ánál (22 tehén) inaktív petefészket, 108 állat (20,8%) esetében nem szokványos petefészkek képletet találtunk (6. ábra).

A méhgyulladásos állatok között jóval magasabb arányban (32,2%) fordultak elő ilyen petefészkek képletek, mint a magzatburok visszatartással kezelt (14,5%) vagy az egészséges állatok (7,6%) esetében (7. ábra). A nem szokványos petefészkek képlettel terhelt tehéneket prosztaglandin készítménnyel vagy manuális úton (a képletek lezúzása) kezeltük. Az inaktív petefészkekkel rendelkező tehéneket pedig ovulációs szinkronizációs protokollnak (Ovsynch) vetettük alá.

6. ábra

Az ultrahangos petefészkek diagnosztika eredményei az ellés utáni időszakban

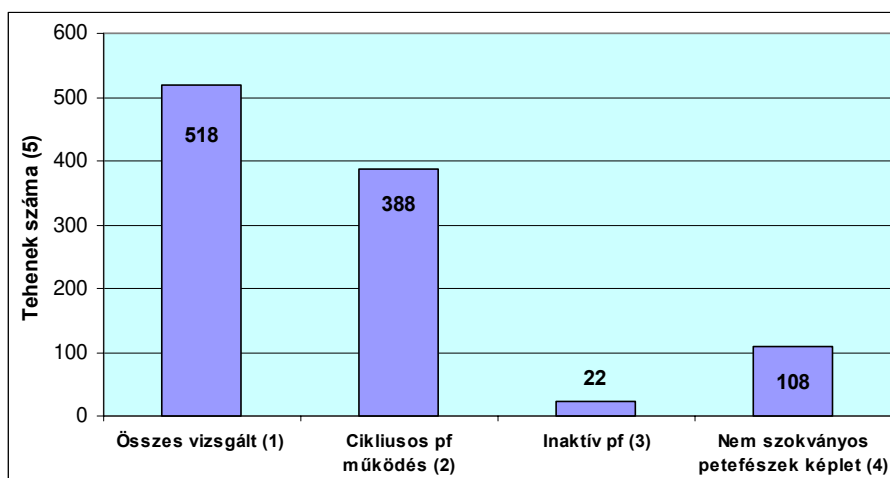


Figure 6: Result of ovaries ultrasound diagnosis in the post partum period

All examined(1), Cycle ovary(2), Inactive ovary(3), Irregular lutein forms(4), Number of cows(5)

7. ábra

A nem szokványos lutein képletek előfordulása az ellést követő időszakban

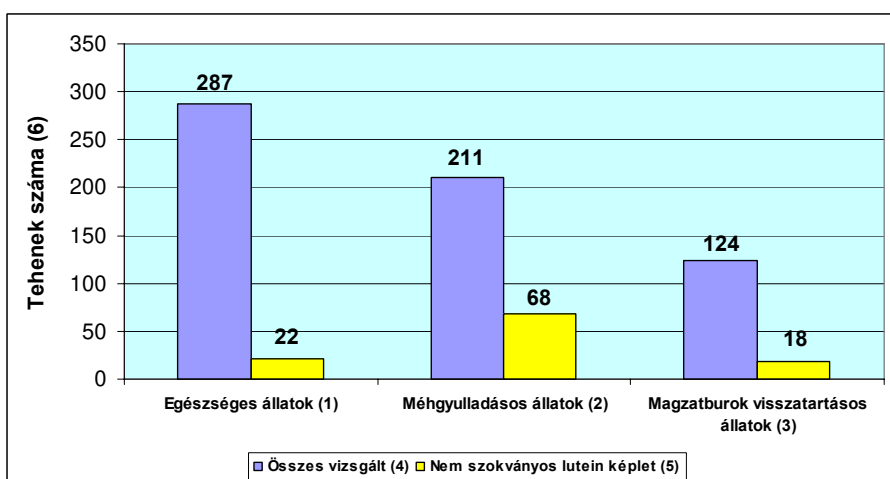


Figure 7: Frequency of irregular lutein forms since calving to insemination

Healthy cows(1), Cows with metritis(2), Cows with placental retention(3), All examined(4), Irregular lutein forms(5), Number of cows(6)

A problémamentes tehének ilyenkor Provsynch programozott termékenyítési eljárás segítségével szinkronizálhatók az ellést követő 35. nap körül, (14 nap különbséggel két prosztoglandin kezelést kell végezni (0. és 14. nap), majd a szokásos Ovsynch protokollt kell alkalmazni: GnRH a 26. napon, prosztoglandin a 33. napon, ismét GnRH a 35. napon, és termékenyítés a 36. napon), majd a kezelés befejeztével az ellést követő 67–73. napon termékenyíthetők.

A termékenyítést követő időszak

A termékenyítés utáni 28–32. napon ultrahang készülékkel vizsgált 462 tehén közül 144 állat (31,16%) első termékenyítésre vemhesült. Náluk 12 esetben diagnosztizáltunk nem szokványos petefészek képletet. A többi esetben normál vemhességi sárgatestet diagnosztizáltunk. A termékenyítést követő időszakban vizsgált tehének 46,1%-a (213 tehén) csak többszöri termékenyítésre vemhesült. Ezek esetében is 12 alkalommal találtunk nem szokványos lutein képletet. A vizsgált időszakban 104 tehén (22,5%) nem vemhesült. Közülük 40 egyed esetében (38,4%) detektáltunk nem szokványos luteintartalmú petefészek-képleteket, a többi állatnál ciklusos petefészek működést állapítottunk meg (8. ábra). Ezek az egyedek az ultrahangos vemhességvizsgálattal már 14 nappal korábban oki kezelésben voltak részesíthetők, a termékenyítést követő 42. nap után végzett kézzel történő vemhességvizsgálattal szemben.

8. ábra

A nem szokványos lutein képletek előfordulása a termékenyítés utáni időszakban

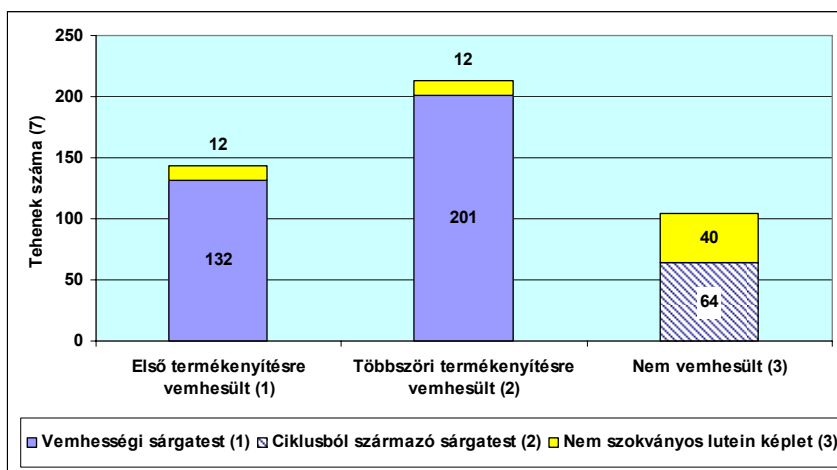


Figure 8: The frequency of irregular luteal forms post insemination

Pregnant cows for first insemination(1), Pregnant cows for repeated insemination(2), Non pregnant(3), Corpus luteum of pregnancy(4), Corpus luteum of cycle(4), Irregular lutein form(6), Number of cows(7)

A pozitív vemhességi diagnózis mellett talált nem szokványos petefészekképletek közül az üreges sárgatestek a legnagyobb jelentőségűek. Vizsgáltuk, hogy e képletek a

termékenyítést követő 60 nap körül végzett kontroll vemhességvizsgálatokkor is megtalálhatóak voltak-e, és képesek voltak-e a vemhesség fenntartására. Az első ultrahang vizsgálatokkor 14 esetben tartotta fenn üreges sárgatest a vemhességet, azonban a 60. napra elvégzett kontroll vemhességvizsgálatnál már 6 esetben magzatvesztést diagnosztizáltunk.

KÖVETKEZTETÉSEK

Ultrahang készülék segítségével az ellést követő időszakban – az involúciós vizsgálatokkor – a petefészek működés ciklikussá válása, a nem szokványos petefészekképletek diagnosztizálása lehetővé válik. Pontosítható a méh involúciójának, esetleges gyulladással elváltozásainak állapota. A nem szokványos petefészek képletek pontosan diagnosztizálhatóvá válnak. Mindezek által az esetlegesen szükségesnek ítélt kezelések hamarabb elkezdhetők. A programozott termékenyítési eljárások eredményesen csak ultrahangos petefészek diagnosztika után alkalmazhatók.

Rektális ultrahang vizsgálattal az üres tehenek a termékenyítést követő 28–32. nap után nagy biztonsággal kiszűrhetők, petefészek működésük diagnosztizálható, ezáltal az üres állatok közt rendkívül nagy számban előforduló rendellenes petefészek képletek azonnal oki kezelésben részesíthetők. A tehenek újratehményítése előbbre hozható (a 42 napra végzett rektális kézzel történő vemhességvizsgálathoz viszonyítva legkevesebb 14 nappal), ennek segítségével a szerviz periódus, a két ellés közötti idő csökkenthető.

Az eredmények jól mutatják, hogy ultrahang készülék segítségével a megszokottól eltérő luteintartalmú petefészek képletek kétdimenziós képe megjeleníthető, kialakulásuk és fejlődésük jól vizsgálható. Az üreges sárgatestek jelenléte és változása kézzel történő petefészek vizsgálattal nem megoldható. Egy, a termékenyítést követő 42. nap után kézzel végzett vemhességvizsgálat már csak az üresség diagnosztizálását tenné lehetővé, a korai ultrahangos vemhességvizsgálattal szemben, amelynek segítségével így nem csak a korai magzatvesztések, hanem a normál vemhességi sárgatestek helyett található üreges sárgatestek megléte és változása is megállapítható.

Mindezek eredményeként következtetésként levonható, hogy az ultrahang-készülékek nagyüzemi tehenészetek telepi gyakorlatában való minél szélesebb körű alkalmazása javasolható. Használatuk a szaporodásbiológiai mutatók javításában, ezáltal gazdaságossági szempontból is kimagasló jelentőséggel bír.

IRODALOM

- Balogh, O., Sándor, Cs., Lukácsi, E., Túry, E., Gábor, Gy. (2008): Az üreges sárgatest, a sárgatest- és a luteincysta kialakulásának etiológiája és patogenezise tejelő szarvasmarhában. Magyar Állatorvosok Lapja. 1. 8-18.
- Báder, E., Gergác, Z., Györkös, I., Báder, P., Kovács, A., Györffy, E., Boros, N. (2001): Első termékenyítés ideje tejelő tehénállományoknál. [online]
http://www.mtk.nyme.hu/~szarvasm/publikaciok/termekenyseg/term1_n.pdf
- Gábor, Gy., Tóth, F., Gábor, P. (2006): Hogyan csökkentjük a két ellés közti időt? Szaporodás-biológiai diagnosztikai és terápiás program tejelő tehenészetek számára. Holstein Magazin. 4. 50-52.
- Gábor, Gy. (2005): Képpalkotó eljárások szaporodásbiológiai felhasználása. Állattenyésztés és Takarmányozás. 5. 504-516.

- Hatvani, Cs., Balogh, O., Holló, I., Gábor, Gy. (2009): A tejelő szarvasmarhák petefészkén előforduló, nem szokványos lutein képletek klinikai megjelenésének gyakorisága az ellést ill. a termékenyítést követő időszakban, egy hazai állományban. 15. Szaporodásbiológiai találkozó. Összefoglalók. 20.
- Kerényi, J., Szász, F. (2007): Tejtermelő tehenészeti telepek szaporodásbiológiai állapotának elvi elemzése. Holstein Magazin. 4. 23-25.
- Melendez, P., McHale, J., Bartolome, J., Archbald, L.F., Donovan, G.A. (2004): Uterine Involution and Fertility of Holstein Cows Subsequent to Early Postpartum PGF₂{alpha} Treatment for Acute Puerperal Metritis. J. Dairy Sci., 87. 3238-3246.
- Ózsvári, L., Kerényi, J. (2004): A szaporodásbiológiai zavarok által okozott gazdasági veszteségek számszerűsítése egy nagyüzemi holstein-fríz tehenészetben. Magyar Állatorvosok Lapja. 9. 523-532.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Hatvani Csilla

H-6237 Kecel, Vágóhíd u. 13.

+36-30-9084-672

csillahatvani@gmail.com



Examining traceability with primary customer questionnaires

V. Solymosi, P. Biacs, I. Magyar

Kaposvár University, Kaposvár, H-7400 Guba Sándor str. 40.

SUMMARY

Ensuring the traceability is obligatory in the agro-food industry so more enterprises and teams of researchers developed methods. These systems can be grouped into 3 main groups: there are paper-based, electronic and mixed versions. It is stated that the consumers prefers traceability but they think its part of the guaranteed (expected) quality, because most of them regard it rather a feature of food-safety than a feature of food-quality. That is why they will not pay more for the products that are more expensive owing to the electronic traceability system. According to the survey the mixed version fits best to the consumers' demands. The mixed version of traceability systems besides paper-based registering uploads the collected data into a central database so they can be digitally searched and categorized. Furthermore the consumers are needed to be informed of the traceability's advantages because twenty percent of them are not able to identify the traced foods.

(Keywords: traceability, food quality, consumer questionnaires, marketing, origin of food)

ÖSSZEFOGLALÁS

A nyomon követhetőség vizsgálata primer kérdőíves fogyasztói kutatással

Solymosi V., Biacs P., Magyar I.

Kaposvári Egyetem, 7400 Kaposvár, Guba Sándor út 40.

A nyomon követhetőség biztosítása kötelező az élelmiszeriparban, emiatt több élelmiszeripari vállalkozás és kutatócsoport fejlesztett jól működő rendszereket. Ezen eljárások 3 fő csoportba oszthatók; egyrészt a papíralapú, az elektronikus és a kombinált változatokéba. Megállapítást nyert, hogy a fogyasztók preferálják a nyomon követhetőséget, viszont azt az elvárt minőség kategóriájába pozicionálják, többségük véleménye szerint az inkább élelmiszer-biztonsági, mintsem élelmiszerminőségi jellemző. Ezért nem hajlandók többet áldozni az elektronikusan nyomon követett termékek magasabb árára. A fogyasztói igényeknek a felmérés alapján legjobban a kombinált rendszer felel meg. A nyomon követhetőség kombinált változata papíralapú regisztrálás mellett az adatokat feltárolja egy központi adatbázisba, így azok digitálisan kereshetők és rendszerezhetők. Szükség van továbbá a fogyasztók tájékoztatására a nyomon követhetőség előnyeiről, mivel húsz százalékuk nem képes azonosítani a nyomon követett élelmiszereket.

(Kulcsszavak: nyomon követés, élelmiszerminőség, vásárlói kérdőívek, marketing, élelmiszerek eredete)

INTRODUCTION

It has been obligatory to ensure traceability along the entire food chain from field to plate since 01.01.2005 according to regulation 178/2002/EC. However, the directive does not give guidelines for the modes of introducing traceability systems. These must be developed by each primary producer, animal feed and food operator for their own business, so that they are able to certify the origins of their products all through the retail chain. It has been and still is the aim of several research projects to develop appropriately working systems, but these are primarily meant to ensure traceability in food processing (European Meat Expert Group 2005, QLK1-2001-CT-02229 R&D EU Project, 2001-2005). The DNA examination is perfectly suitable to verify the developed systems, since it can prove the link between the animals and the products made from them; and the procedure is cheap (Milán, 2004; Ghirardi, 2004a; Bonastre, 2005).

The initial introduction of traceability systems has revealed that while setting up a system, primary producers as well as feed and food operators should consider the principle of easy operation and that of 'one step back, one step forward'. The latter means that it is enough to identify the supplier of the particular raw material and the buyer of the product made from it (Szabó, 2005a). In the frames of the so-called integrated traceability enterprises operating at the different stages of the food chain are supposed to store the information in a central Internet database, which makes entire food chains observable. (Solymosi and Magyary, 2006a). Products traced in this way are likely to have additional value for the consumers (Biacs, 2005). Moreover, in the onward march of globalisation, they contribute to filtering out irresponsible enterprises operating on a plant far from the location of trading.

In order to ensure traceability a single invoice is not enough; special documentation methods have to be developed. (Szabó, 2005b). Producers have to batch-mark their products, so that each product can be identified by matching the date of shelf-life with the batch marks. In some more advanced systems identification is done with RFID technology or bar coding. (Webber, 2004; Eiler, 2005). A great fault of the present approach is though, that enterprises operating the prevalent quality assurance and quality management systems take traceability for granted in spite of the deficiencies of the systems (Sebők, 2005).

As several groups of researchers and meat processing experts have developed traceability systems, in some cases in the frames of projects evaluated to be eligible for state subsidies, different varieties can be clearly identified having different purposes as well as different advantages and disadvantages (Solymosi and Biacs, 2007a). In order to introduce the variety which is most appropriate for the particular segments of the food chain, it is crucial to examine the characteristics of the different varieties.

Examining the systems by the purpose of their introduction, one can differentiate between food safety-purposed and market-purposed traceability systems. The basic criteria of the food safety-purposed traceability systems are regulated by relevant measure, the main aim of which is to ensure the possibility to recall non-suitable products. There is a wide range of expectations in connection with market-purposed traceability systems, from meeting market demands to fulfilling marketing purposes (Szabó, 2005a).

It is also possible to categorise the traceability systems by the registered data. In this way traceability systems can be divided into qualitative and quantitative varieties. The quantitative systems can be further divided into two groups; systems tracking and registering raw materials and ones tracking a uniquely marked product or a batch of

products. Feeding sheets or forage diaries are a typical component of the quantitative procedures tracking raw materials; given feed amounts are matched with particular livestock. The systems registering a unique product or a batch of products do not supervise the quantities but follow and control the channels of the particular product and the raw materials which were used in it. By contrast, the qualitative system is an essential element of research focusing on the food chain, and it is also the purpose of several corporate management software (CSB). This means that the qualitative and/or food safety features of the unique products or product batches are also registered and tracked (*Solymosi and Magyary, 2006b*). However, this variety is operable only if there are certified and uniquely quantitative traceability systems operating through entire food channels (*Solymosi and Biacs, 2007b*).

The most important basis of the categorisation of the varieties is dividing them by the mode of operation; here one can differentiate between manual, electronic and mixed varieties. While the operation of the manual (paper-based) system is time-consuming, the costs of its introduction and operation are remarkably low. Good examples of this variety are the herd book and the information indicated on the bottles of quality wine, which allows for appropriate traceability. Operating the electronic system requires less time, but its introductory and operational costs are higher. (*Caja, 2005; Ghirardi, 2004b*). In certain branches (e.g. plant cultivation) the electronic system is impossible or at least very difficult to introduce. (*Solymosi and Magyary, 2005*). It must be emphasised, though, that this variety is suitable for Internet-tracking, i.e. those gaining authorisation may check the origins of products on a website by typing in batch numbers. In the case of the mixed system the documentation of the traceability is done on paper, and then manually stored on an Internet database. In this way the cost of the introduction and the operation of the system barely exceed that of the manual system, but it is suitable for Internet tracking and for other functions (e.g. stock recording).

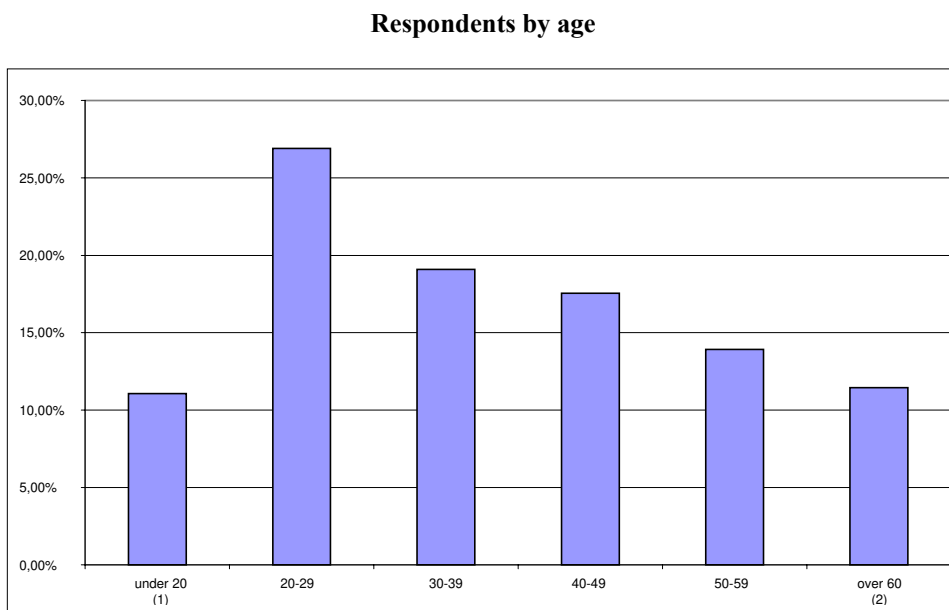
MATERIAL AND METHOD

The research was carried out in 2007 with personal questionnaires, on several locations simultaneously. The questioning was random, the respondents were selected by the interviewers immediately after completing the previous questionnaire, randomly; and always the first person willing to respond was asked to complete the questionnaire. The interviewers participated actively in the completion; they frequently helped with understanding and interpreting traceability as a notion, which was, in fact, defined in the first few lines of the questionnaire. A total of 460 valid questionnaires were evaluated. The ambiguously or carelessly completed questionnaires had been removed from the sample (for example those where respondents gave contradictory answers to control questions).

The respondents were consumers over 14 years of age, who tend to do their own shopping by themselves, since the questioning was carried out in front of or at the entrance of food stores (often hypermarkets). The samples were analysed and evaluated with SPSS and Microsoft Excel. The distribution of respondents by age is shown in the *Figure 1*.

While the sample is representative by gender, the distribution by age shows that the group of 20–29 year-old respondents is overrepresented. However, in addition to the fact that the primary aim was to survey the most innovative groups of consumers, the result of the research can be evaluated by applying the quotas published by KSH (Hungarian Central Statistical Office).

Figure 1.



1. ábra: A választadók életkor szerint (év)

20 év alatt(1), 60 év felett(2)

The age of the respondents also suggests which groups of shoppers are the most receptive to food-safety issues. The interviewers asked in all cases if the shoppers were willing to complete a short questionnaire about food-safety, and the respondents who agreed to do so have the age distribution above.

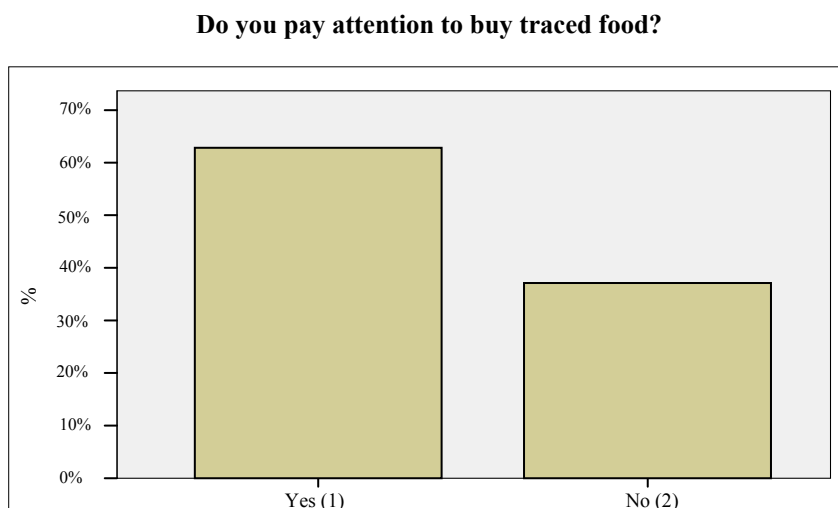
In the scope of this research we mainly hope to find out, which features of the system varieties in the categorisation by the operational mode are important for the consumers. In this way, it will be possible to choose the alternative to be suggested as suitable for food operators.

RESULTS AND DISCUSSION

The *Figure 2* shows the answers to the question which is one of the most important ones for the evaluation of the results.

The figure shows that the answer ‘yes’ accounts for slightly less than two thirds of all answers, which suggests that traced food products play a vital part in everyday shopping. The distribution of the answers to this question also indicates that at least two thirds of the respondents are familiar with the notion of traceability in food processing. It has to be noted, though, that the format of the questionnaire has undoubtedly contributed to this result, since respondents could read the precise definition of the expression on the questionnaire. Therefore it is possible to conclude from the figure above that if appropriate information is provided, 60% of the respondents pay attention to buy traced food.

Figure 2.



2 ábra: Odafigyel-e amikor nyomon követett élelmiszert vásárol?

Igen(1), Nem(2)

It can be concluded even from this single figure that the respondents who are looking for traced products represent such a large segment, that they are worth dealing with for food processing enterprises, and it is worth paying attention to satisfying these consumers' demands in marketing strategies and developments. Therefore it is to be concluded that traceability systems should not only be used for food-safety purposes, but, in addition, they should be introduced to serve marketing interests.

The *Figure 3.* shows how the consumers evaluate the statements in connection with traceability from 1 to 5 (1: not important at all; 5 very important).

The figure shows that it is the food safety aspect that is considered most important by consumers when it comes to traceability, but this should not be categorised as food safety-purposed traceability in the terminology presented at the beginning of the article. The appropriate explanation and emphasis of the traceability of a product can be especially advantageous in times of food scandals. The consumers trust these food products more, and they much rather buy them. By contrast, they are not willing to pay more for products traced on the Internet, or, in fact, for traced products in general. This may suggest that from two products with identical price and quality, consumers will buy the product, the producer of which operates a traceability system.

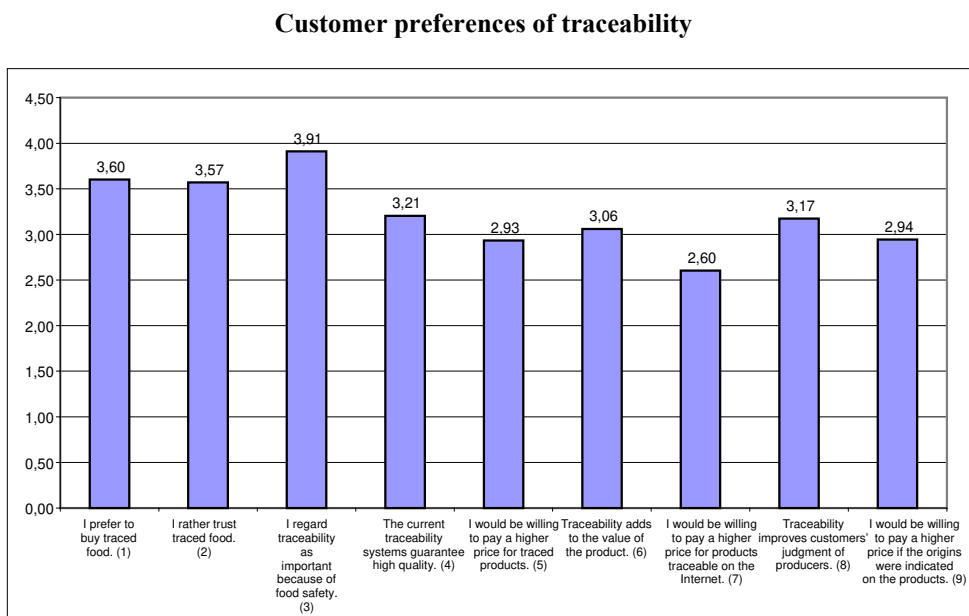
This is also confirmed by the fact that the respondents are split on the question whether traceability adds to the value of the products. However, the consumers seem to trust manufacturers somewhat more who produce such products.

Examining the absolute values of the figure above we can say that traceability does not arouse consumers' attention to the extent of some other current issues (e.g. cholesterol level). This can also be concluded from the summarising tables of similarly, with points evaluated representative market research questions.

The most important conclusion from the figure above is that food processing enterprises have to develop systems which do not increase product prices on the one

hand, but on the other hand ensure Internet-based tracking. Consequently, IT solutions must definitely be applied in the introduction of the system, notwithstanding that only those solutions are acceptable which do not increase the cost price of the product.

Figure 3.



3 ábra: A vásárlók nyomon követési preferenciái

Előnyben részesítem a nyomon követett élelmiszert(1), Jobban bízom a nyomon követett élelmiszerben(2), Az élelmiszerbiztonság szempontjából fontosnak tartom a nyomon követést(3), A jelenlegi nyomon követési rendszerek magas minőséget biztosítanak(4), Hajlandó vagyok nagyobb árat fizetni nyomon követett termékekért(5), A nyomon követés hozzáadódik a termék értékéhez(6), Hajlandó vagyok nagyobb árat fizetni azokért a termékekért, melyek az Interneten nyomon követhetők(7), A nyomon követés javítja a vásárlók értékítéletét(8), Hajlandó vagyok nagyobb árat fizetni azokért a termékekért, melyeken a termék eredetét feltüntetik(9)

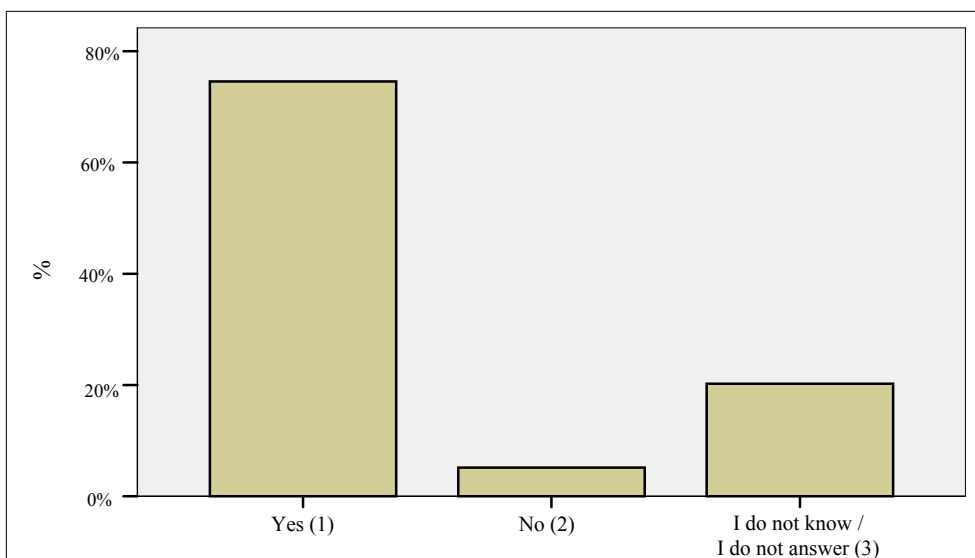
The reason for this is that consumer's regard traceability rather as guaranteed (expected) than functional (adding value) quality, so they expect the product to have this feature. Moreover, this suggests that with appropriate marketing communication it is possible to have consumers take it for granted that food products are traceable, consequently, food processing firms which are putting less emphasis on this system will be forced to ensure traceability with up-to-date methods. In this way with a raising awareness of consumer behaviour the traceability systems that have been introduced for marketing purposes will not only provide additional advantage in the first place, but they could become part of the essential criteria of selling a product.

Consequently, it can be concluded that buying products controlled with electronic traceability systems cannot be a solution for consumers in large numbers, because the

price of these products is higher than that of alternative ones of similar qualities. However, it is crucial to operate a less costly (mixed or manual) traceability system, since, in addition to meeting the requirements set by food-safety regulations, it is important for the consumers, too.

Figure 4.

Have you bought traced food in the last 5 years?



4. ábra: Vásárolt-e nyomon követett élelmiszert az utóbbi öt évben?

Igen(1), Nem(2), Nem tudom/Nem válaszolok(3)

The last figure shows that the majority of the respondents have bought traced food, but there is a high proportion of consumers who are not at all familiar with these products, even after the initial guidance. As the interviewers have explained to the respondents what traced food is, the answers given to this question indicate the actual status, i.e. even those answered 'yes' who had not fully understood the concept of traceability and tracing. Thus, we can say that as long as traced food products are available for consumers, they will recognise them. Appropriate information and guidance is necessary, however, for the advantage of traceability to manifest itself.

CONCLUSION

In this article different systems capable of ensuring traceability in food processing were categorised into several groups according to relevant literature, and it was examined with a consumer survey which varieties are particularly suitable for being a rational solution for a wider range of food processing enterprises.

In the survey the respondents completed fewer than 500 valid questionnaires. The research can be considered representative by the proportion of gender, but by age and

education the consequences are possible to be drawn for the total population only after corrections with quotas.

The most important result of the research is that consumers categorise traceability in food processing rather as a guaranteed (expected) product quality, therefore it is exceedingly important to be careful in the positioning of the product so that traceability does not increase consumer prices. This can be concluded from the fact that most consumers have already bought traced food products, and are interested in traceability, but they are not willing to pay a higher price for it. They particularly do not prefer the more expensive Internet based system. By contrast, they emphasise that traceability is important for food safety reasons, and that they rather buy traced food products, which they trust more.

It is advisable therefore to introduce a traceability system which does not make the products more expensive, but which the consumers know and are familiar with. Therefore from the three system varieties (manual, electronic and mixed) it is suggested to introduce one, which includes the elements of the mixed systems, and, thus, takes the aspect of cost-efficiency into account for an increasingly wider range of food processing enterprises.

REFERENCES

- Biacs, P.Á. (2005). Az élelmiszer-biztonság hatása a termékek piaci versenyére Magyarországon. *Élelmiszer, táplálkozás és marketing*. 1-2. 13-16.
- Bonastre, S.A. (2005). Methodology of sampling and analysis for DNA fingerprinting in cattle, sheep and pig. <http://uab.es/tracing> (QLK1-CT-2001-02229 R&D Project).
- Caja, G. (2005). Traceability in the future. [Http://uab.es/tracing](http://uab.es/tracing) (QLK1-CT-2001-02229 R&D Project).
- Eiler, O. (2005). Vonalkódtechnika alkalmazása az agrárágazatban. www.pointernet.pds.hu/ujsgagok/agraragazat/2005-ev/05/agrarag-21.html.
- Ghirardi, J. (2004a). Implementation and validation of a double EID and DNA system for tracing beef cattle. [Http://uab.es/tracing](http://uab.es/tracing) (QLK-CT-12001-02229 R&D Project).
- Ghirardi, J. (2004b). Implementation and validation of a double EID and DNA system for tracing lambs. [Http://uab.es/tracing](http://uab.es/tracing) (QLK-CT-12001-02229 R&D Project).
- Milán, M.J. (2004). Cost evaluation and cost-benefit analysis of the QLK1-2001-CT-02229 R&D EU project. [Http://uab.es/tracing](http://uab.es/tracing) (QLK-CT-12001-02229 R&D Project).
- Sebők, A. (2005). Az új élelmiszerbiztonsági követelmények gyakorlati érvényesítése. www.keki.hu (publications).
- Solymosi V., Biacs, P. (2007a). Nyomon követés a takarmányelőállításban és állattenyésztésben. *Állattenyésztés és takarmányozás*. 2. 171-182.
- Solymosi, V., Biacs, P.Á. (2007b). Traceability in focus. *Hungarian Agricultural Research*. 3. 17-20.
- Solymosi V., Magyar I. (2005). Nyomon követés növényi termékpályák esetében. *Östermelő Gazdálkodók Lapja*. 6. 91-93.
- Solymosi V., Magyar I. (2006). Nyomon követés állati termékpályák esetében. *Östermelő Gazdálkodók Lapja*. 2. 101-104.
- Solymosi V., Magyar I. (2006). Az integrált szemléletű nyomon követés lehetőségei. *Östermelők Gazdálkodók Lapja*. 3. 109-110.
- Szabó E. (2005/a): Nyomon-követhetőség az élelmiszerláncban. www.cfri.hu.

- Szabó M. (2005/b). Szigorúbb előírások, hatékonyabb ellenőrzés, javuló élelmiszerbiztonság. www.keki.hu (publications).
- Webber, R. (2004): 2nd dissemination meeting of the QLK1-CT-2001-02229 R&D Project. [Http://uab.es/tracing](http://uab.es/tracing) (QLK-CT-12001-02229 R&D Project).

Corresponding author (*Levelezési cím*):

Solymosi Viktor

Kaposvár University, Faculty of Economics

H-7400 Kaposvár, Guba Sándor str 40.

Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar

7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.

e-mail: solymosi.viktor@gmail.com



Kukoricamolyle (Ostrinia nubilalis Hbn.) populációk rajzásdinamikai elemzése Magyarországon fénycsapda fogásokra alapozva

Keszthelyi S.

Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar, 7400 Kaposvár Guba S. u. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

A kukoricamolyle átfogó rajzásdinamikai vizsgálatának érdekében a magyar fénycsapda hálózat hat különböző helyszínéről származó adatsorok (1960–2005) feldolgozását végeztem el. Az évenkénti rajzádiagramokat vizuálisan elemzését követően, lineáris regresszió analízissel vizsgáltam az összes csapdázott egyedszám (Σ), az egy napra vetített relatív egyedszám (IRESZ) és a rajzáscsúcs kvóciensek (RQ) évek során tapasztalható változásának tendenciáját. E paraméterek egymást követő öt éves adatsorainak Student-féle t-próbával történő összehasonlításával a változások időtartamát, időpontját kívántam feltárni. Végül az éves átlaghőmérséklet vizsgált paraméterekre gyakorolt befolyásoló hatásának megismerése érdekében varianciaanalízist végeztem. A kukoricamolyle XX. század első felében megindult ökológiai, rajzásdinamikai változása a század második felében kiteljesedett és napjainkban is zajlik. Ezt alátámasztja a csapdázott egyedszám évenkénti emelkedése is (Σ -ból számolt regresszió együttható pl: Velence-Sukoró: 65,58; Tarhos: 131). E jelenség a nyárvégi, második rajzáscsúcs országos szintű elterjedésével és megerősödésével jellemezhető leginkább (RQ-ból számolt átlagos regresszió együttható: 0,082). A varianciaanalízis igazolta évenkénti csapdázott egyedszám változása és az éves átlaghőmérséklet közötti szignifikáns kapcsolatot ($P=0,021$). Az országos szintű rajzásképe változás háttérében a fokozatosan emelkedő hőmérséklet, klíma is szerepet játszik. Jelen vizsgálati eredményekből, és a szakirodalmi adatokból következően a kétnemzedékes (bivoltin) ökotípus magyarországi folyamatos térnyerése valószínűsíthető. (Kulcsszavak: kukoricamolyle, rajzásdinamika, rajzásképe változás)

ABSTRACT

Flight assay of the hungarian European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hübner) populations on the basis of the light traps data

S. Keszthelyi

University of Kaposvár, Faculty of Animal Sciences, H-7400 Kaposvár Guba S. u. 40.

The data originating from 6 different points of the Hungarian Light Trap Network (1960-2005) were processed in the quest of the comprehensive examinations of European corn borer's (ECB) flight dynamics. The annual flight diagrams were assayed visually. The annual alteration tendency of the quotients of the total trapped individual numbers (Σ), the relative individual number per day (IRIN) and the flight peak (FQ) were examined by the linear regression analysis. The period and time of the alterations with comparative assay of the consecutive 5 years series of data was revealed by Student

t-probe. Eventually the effects of annual average temperature on the examined flight parameters were investigated by variance analysis. The change of ecology- and flight dynamics of the ECB started in the first and extended in the second part of XXth century is continuing nowadays too. This statement has been confirmed by the increasing of the trapped individual number (regression quotient calculated from Σ etc.: Velence-Sukoró: 65.58; Tarhos: 131). This phenomenon can be best characterised by the appearance and spreading of the second late summer flight peak (average regression quotient calculated from FQ etc.: 0.082). The relationship of annual trapped individual number and annual average temperature is proved by variance analysis ($P=0,021$). According to my experiment the gradually increasing temperature and climate play a part in the background of the national flight changing too. The spreading of the bivoltine ecotype can be predicted from these results and the literary data of Hungary.

(Keywords: European corn borer, flight dynamics, alteration of flight phenology)

BEVEZETÉS

A világviszonylatban egyedülálló magyarországi fénycsapda hálózat kiépítése 1952-ben kezdődött (Jermy, 1961). A kezdeti nehézségek kiküszöbölése után 1958-tól illetve 1959-től minden növényvédő állomáson felállították az egységesen Jermy-típusú fénycsapdákat (Bognár, 1994). Ez a rendszer nagy lökést adott a kártevő rovarok ökológiájával, populációdinamikájával és rajzásfenológiájával kapcsolatos tudományos kutatások fejlődésének (Nowinszky, 2003). Többek között nyomon követhetővé vált a kukoricamoly éves rajzásának változása, előrejelzésének megvalósítása. E rovar esetében, azonban megnehezíti a begyűjtött adatok értelmezhetőségét, egy sajátos biológiai jelenség, mivel a kukoricamoly esetében nem minden rajzáscsúcs jelent új nemzedéket (Keszthelyi et al., 2006).

Az évente megjelenő nemzedékek száma szerint megkülönböztetünk egy- (uni-), két- (bi-), és többnemzedékes (multivoltin) ökotípusokat (Showers et al., 1975). Sáringner (1976) szerint kárpát-medencei viszonyok között a nyári, diapauza nélkül fejlődő nemzedék kialakulásában a hőmérsékletnek van meghatározó szerepe. Magyarország területén az uni-, és a bivoltin ökotípus található meg, amelyek elterjedésének határát az évi 3200 °C-os, tenyészidőben számított hőösszegnél állapították meg (Mészáros, 1969). A magyarországi középhegység-vonulattól északra az egy-, míg délre a bivoltin ökotípus elterjedési területe található.

Nagy (1961) tanulmányában még arról ír, hogy bár megvan az elvi lehetősége egy második nemzedék kialakulásának, azonban ez Magyarországon nem, vagy csak igen szórványosan fejlődhet ki. Ezt a nyár végén megjelenő lepkék tápnövény hiányával, s a tojások számára kedvezőtlen légnedvességgel magyarázza. E tekintetben a fénycsapda második rajzási adatai nem a második nemzedékre, hanem annak kialakulási lehetőségére mutatnak rá. „Az a tény, hogy néhány évtizeddel ezelőtt távolról sem észlelték a mostani évekhez hasonló második rajzást, arra mutat, hogy szemtanúi vagyunk a kukoricamoly – egy emberöltőhöz mérve is – viszonylag gyors biológiai, ökológiai specializálódásának, változásának” (Nagy, 1968).

Az utóbbi években megjelent publikációk is e második rajzás erősödését igazolják, azonban e csúcs megjelenését nagyobb arányban, vagy teljes egészében a diapauza nélkül fejlődő nemzedék fellépésének tulajdonítják (Szeőke et al., 1996; Vörös, 2002; Keszthelyi, 2004b; Keszthelyi et al., 2006). Céлом volt megvizsgálni, hogy az országos fénycsapda hálózat felállítását követően napjainkig hogyan változott e fontos rovarkártévő országos rajzásképe és különböző ökotípusainak megjelenése

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kukoricamoly átfogó egyedszám és rajzásdinamikai vizsgálatát 1960-tól 2005-ig terjedő fénycsapda fogáseredmények adataira (Növényvédelmi Információs Rendszer: NIR) alapozva végeztem. Az elemzéshez hat magyarországi fénycsapda helyszín (1. ábra) adatait dolgoztam fel. A helyszínek kiválasztásánál fontos szempont volt, hogy az ország különböző pontjairól származó adatok többnyire egységes, folyamatos, évenkénti fogás-adatsort biztosítsanak.

1. ábra

A feldolgozott fénycsapda helyszínek elhelyezkedése Magyarországon

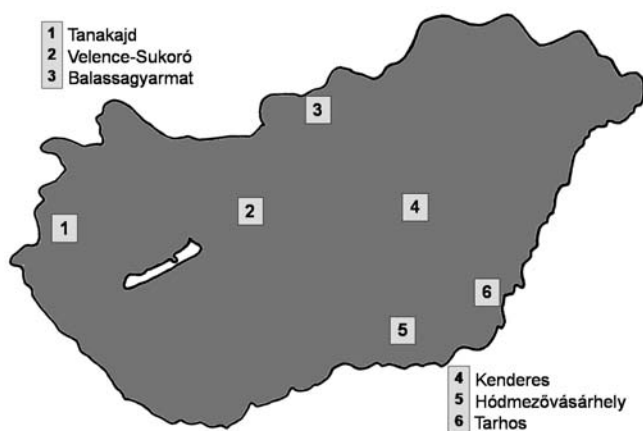


Figure 1. The locations of the examined light traps in Hungary

Vizsgálatok során az összes csapdázott egyedszám- (Σ), az egy napra eső relatív egyedszám [$1RESZ=Nesz/Nnap$; ahol: $1RESZ$ =egy napra eső relatív egyedszám; $Nesz$ =adott év összes csapdázott egyedszáma; $Nnap$ =az adott év rajzásidőtartama napokban (Keszthelyi, 2004a)] és a rajzáscsúcs kvóciensek [$RQ=e2/e1$; ahol: RQ =rajzáscsúcs kvóciens; $e2$ =második rajzáscsúcs csapdázott egyedszáma; $e1$ =első rajzáscsúcs csapdázott egyedszáma (Keszthelyi és Marczali, 2007)] évenkénti változásának irányait elemeztem.

Kétváltozós lineáris regresszió (trend) analízissel meghatároztam az összes csapdázott egyedszám, az egy napra eső relatív egyedszám (ötéves átlagaival számolva) és a rajzáscsúcs kvóciensek változásának tendenciáját az idő függvényében. Az említett paraméterek öt évenkénti összehasonlításával, az adatsorokban megfigyelhető szignifikáns változások időtartamának, időpontjának meghatározására Student-féle t-próbát alkalmaztam ($P \leq 0,05$). E vizsgálatokhoz Microsoft Excell 2007 programot használtam. A magyarországi éves átlaghőmérsékletek vizsgált paraméterekre gyakorolt befolyásoló hatásának elemzéséhez egytényezős variancia analízist végeztem SPSS 11,5 for Windows programcsomag segítségével ($P \leq 0,05$).

A feldolgozás során a különböző helyszínek évenként fogásaiból elkészítettem a rajzásfenológiai oszlopdiagramokat. Az elkészített közel 270 rajzásdiagram segítségével a matematikai, statisztikai adatfeldolgozás során megállapított változásokat szemléltethettem.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A vizsgált paraméterek lineáris regresszió analízise változatos képet mutat. A determinációs együttható (R^2) értékeiből látható, hogy e vizsgálat inkább a változás irányának tendenciáját, mint a változók közötti összefüggés mértékét mutatja.

2. ábra

A vizsgált területek összes csapdázott egyedszámainak (Σ) öt éves átlag értékei és az ebből számolt lineáris trendvonalak 1965–2005 között Magyarországon

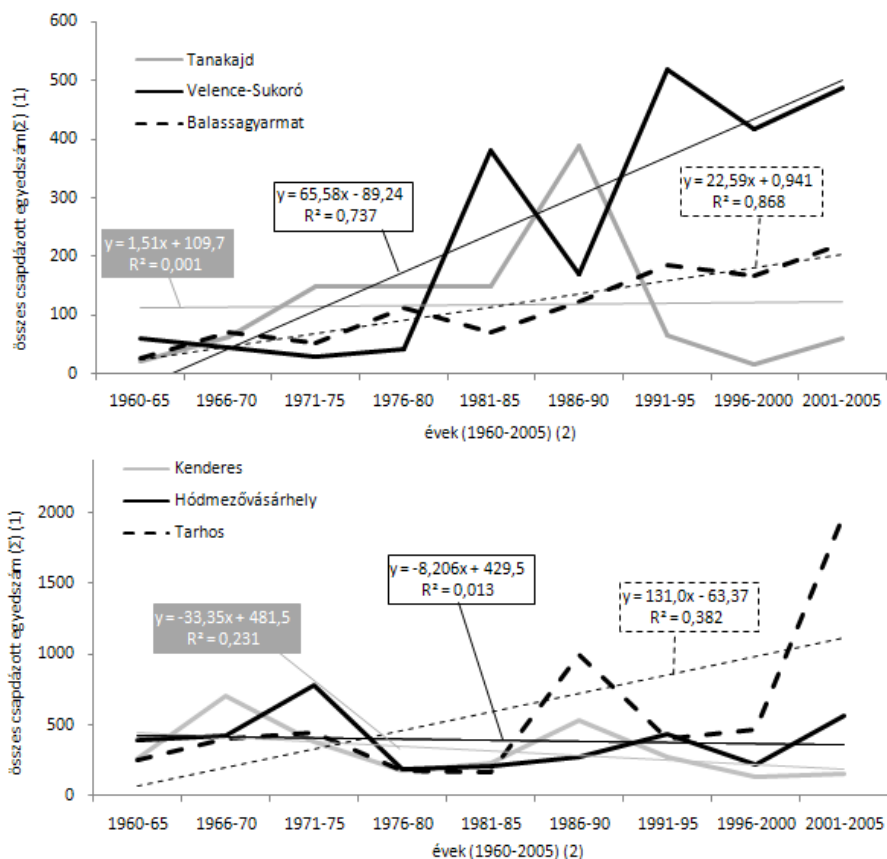


Figure 2. 5 years' average total individual numbers (Σ) of the examined areas and its linear trendline in Hungary between 1965–2005

Total individual number (1), Years(2)

Az évenkénti csapdázott egyedszám (Σ) növekedésének üteme nem egyenletes (2. ábra). A nyugat-magyarországi csapdák és a tarhosi csapda esetében egyértelműen emelkedik az évek előrehaladtával a csapdázott egyedszám. Ezekben az esetekben a determinációs együttható értékei is szoros kapcsolatot mutatnak az évek és a csapdázott egyedszám között. Az IRESZ esetében is hasonló tendencia mondható el (3. ábra).

3. ábra

A vizsgált területek egy napra eső relatív egyedszámainak (IRESZ) öt éves átlag értékei és az ebből számolt lineáris trendvonalak 1965–2005 között Magyarországon

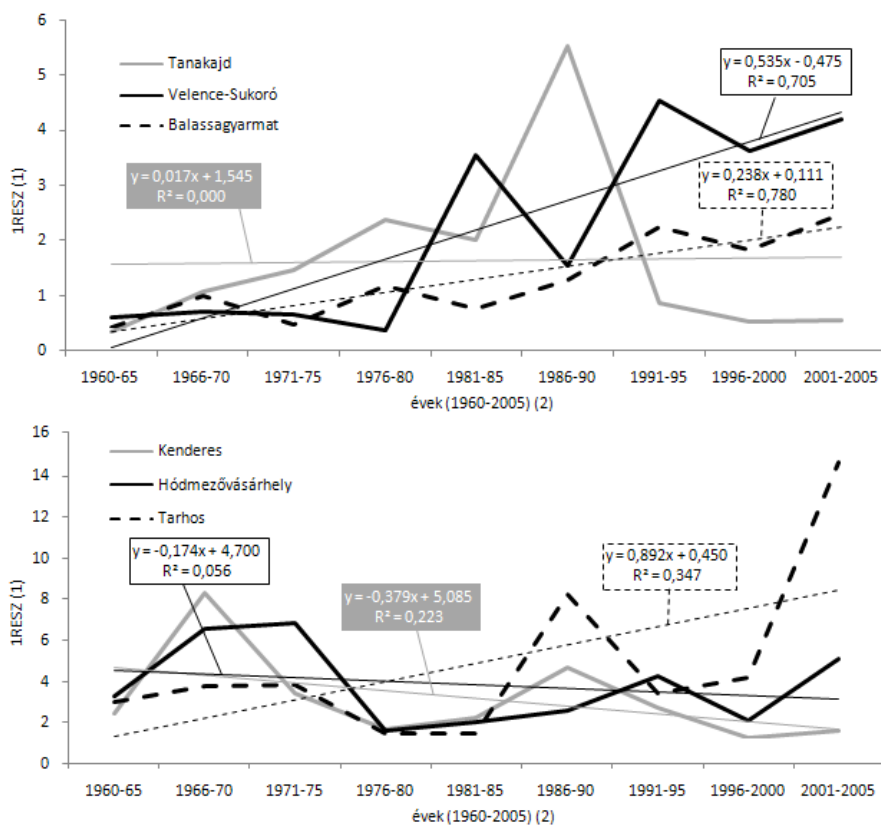


Figure 3. 5 years' average quotients of the relative individual number per day (IRESZ) of the examined areas and its linear trendline in Hungary between 1965-2005

The quotients of the relative individual number per day(1), Years(2)

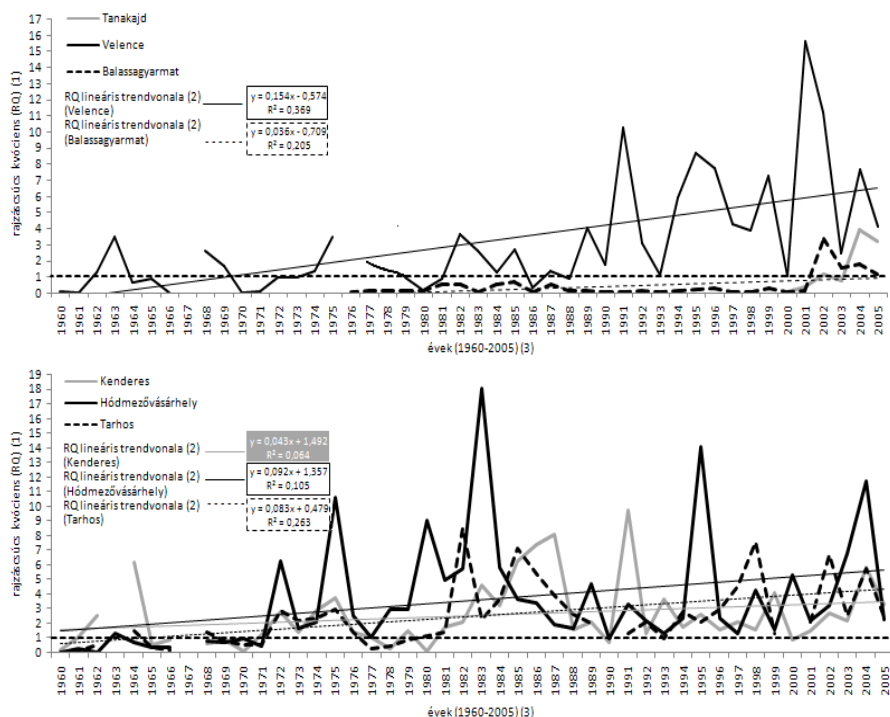
A regresszió- és a determinációs együttható értékeinek azonossága is a két mutató (Σ , IRESZ) hasonlóságával magyarázható. Tanakajd és Balassagyarmat kivételével a megfigyelt helyszíneken az idő előrehaladtával az összes csapdázott egyedszám (Σ) fokozottabb növekedést mutat, mint az IRESZ értékei. A rajzácscúcs kvóciensek (RQ) esetében az eredmények már határozott növekedést mutatnak mind a 6 helyszín esetében (4. ábra).

Látható, hogy országos jelenség a kukoricamoly második, nyárvégi rajzácscúcsának jelenléte, domináns fellépése. Balassagyarmaton 1976-tól, Tanakajdon pedig 2000-tól megjelenik a második, határozott rajzácscúcs. Helyszínektől függetlenül, pedig az ezredforduló éveihez közeledve egyre inkább dominánssá válik a második rajzácscúcs. A második rajzácscúcs „erősödésének üteme” különösen a Fejér és a Vas

megyei területeken feltűnő. A délkelet-magyarországi területeken e csúcshallapás enyhébb mértékű erősödést mutat.

4. ábra

A vizsgált területek évenkénti rajzáscsúcs kvócienseinek (RQ) értékei és az ebből számolt lineáris trendvonalak 1965–2005 között Magyarországon



A vízszintes szaggatott vonal azt az állapotot jelzi, amikor a két rajzáscsúcs azonos egyedszámmal jelentkezik ($RQ=1$); a hiányzó időszakokban nem áll rendelkezésre adat (*The horizontal rugged line indicates equality of the two peaks' individual number, there were not data in the lacking periods*)

Figure 4. The flight peak quotients (RQ) of the examined areas and the calculated linear trendlines in Hungary between 1965–2005

Flight peak quotient(1), Linear trendline of the flight peak quotient(2), Years(3)

A rajzásképek vizsgálata során – a korábban határozott első csúccsal rajzó kukoricamoly populációk elterjedési területének számító – a délkelet-magyarországi országrészben is tapasztalható az intenzív rajzásképek változása. Példaként a Hódmezővásárhelyen megfigyelt rajzásdinamikákat mutatom be, amely jól reprezentálja a rajzásfenológiai változást (5. ábra, 6. ábra). Látható, hogy a korábbi években tapasztalt rajzásképet egy hosszabb időtartamú, nagyobb egyedszámú határozott második csúcsú rajzásképek váltotta fel.

További információt nyújthat a vizsgált paraméterek egymást követő öt éves adatainak összehasonlítása (1. táblázat). Így, az adatsorok vizsgálatából választ kaphatunk arra, hogy az egyes területeken mikor következett be a kukoricamoly egyedszámában, rajzásfenológiájában szignifikáns változás.

1. táblázat

A vizsgált területek összes csapdázott egyedszámainak, egy napra eső relatív egyedszámainak, és rajzáscsúcs kvóciens értékeinek öt éves adatsorainak átlagaiból számolt Student-féle t-értékek

Évek (1)	Tanakajd	Velence-Sukoró	Balassagyarmat	Kenderes	Hódmezővásárhely	Tarhos
Összes csapdázott egyedszám (Σ) (2)						
1960-65-1966-70	0,015*	0,654	0,031*	0,175	0,899	0,339
1966-70-1971-75	0,026*	0,579	0,361	0,283	0,27	0,755
1971-75-1976-80	0,968	0,724	0,312	0,112	0,051	0,037*
1976-80-1981-85	0,974	0,242	0,495	0,386	0,831	0,888
1981-85-1986-90	0,006*	0,207	0,113	0,098	0,255	0,003-E01*
1986-90-1991-95	0,012 E-02*	0,031*	0,171	0,157	0,2	0,001*
1991-95-1996-00	0,032*	0,606	0,634	0,109	0,12	0,393
1996-00-2001-05	0,027*	0,717	0,407	0,739	0,181	0,797
Egy napra eső relatív egyedszám (1RESZ) (3)						
1960-65-1966-70	0,155	0,796	0,030	0,090	0,251	0,631
1966-70-1971-75	0,499	0,914	0,087	0,125	0,924	0,946
1971-75-1976-80	0,086	0,507	0,227	1,496 E-24*	0,035*	0,013*
1976-80-1981-85	0,609	0,284	0,512	7,702 E-22*	0,577	0,962
1981-85-1986-90	0,003*	0,246	0,163	0,192	0,381	0,003 E-01*
1986-90-1991-95	5,262 E-05*	0,042*	0,048*	0,250	0,228	0,001*
1991-95-1996-00	0,183	0,602	0,374	0,141	0,143	0,327
1996-00-2001-05	0,942	0,726	0,402	0,674	0,149	0,022
Rajzáscsúcs kvóciens (RQ) (4)						
1960-65-1966-70	-	0,986	-	0,282	0,361	0,545
1966-70-1971-75	-	0,731	-	0,016*	0,014*	0,031*
1971-75-1976-80	-	0,43	-	0,024*	0,83	0,023*
1976-80-1981-85	-	0,11	0,014*	0,015*	0,219	0,026*
1981-85-1986-90	-	0,511	0,06	0,818	0,094	0,527
1986-90-1991-95	-	0,049*	0,051	0,934	0,41	0,06*
1991-95-1996-00	-	0,606	0,653	0,309	0,516	0,108
1996-00-2001-05	-	0,248	0,023*	0,276	0,285	0,915

- Az adott években a területen egy csúccsal rajzott a kukoricamoly (*European corn borer flight only one flight peak in the given years*); * $P \leq 0,05$

Table 1. Student t-values were calculated from the consecutive 5 years range data of the of the examined areas

Years(1), Total individual numbers(2), Quotients of the relative individual number per day(3) Flight peak quotients(4)

Látható, hogy több esetben is szignifikáns eltérés mutatkozott. Területenként mégis bizonyos időszakok adatsoraiban többnyire egységesen változtak meg a vizsgált paraméterek. Északnyugat-Magyarországon 1981–95-ig terjedő időszakaszban tapasztalható változás az összes csapdázott egyedszám- és az IRESZ értékeiben, majd ezt követően megjelent a második rajzáscsúcs. A Velence-Sukoró csapda esetében a vizsgált adatsorok szignifikáns változása jelentkezett 1986–95 között. A délkelet-magyarországi helyszínek közül a tarhosi csapda adatsoraiban több időszakaszban is különbség mutatkozott. Ezek közül az 1986–95-ben időintervallumban mindhárom paraméter értékei megváltoztak. A kenderesi és hódmezővásárhelyi csapdánál korábban, 1966–75 között lépett fel a kukoricamoly éves egyedszámában és rajzásában eltérés.

A varianciaanalízis segítségével a magyarországi éves átlaghőmérséklet és az összes csapdázott egyedszámok átlagai között statisztikailag igazolható szignifikáns összefüggést sikerült kimutatni ($P=0,021$). Rajzáscsúcs kvóciensek esetében, viszont az éves átlaghőmérséklet befolyásoló hatása statisztikailag nem volt igazolható ($P=0,495$).

KÖVETKEZTETÉSEK

A kukoricamoly XX. század közepén elindult gyors ökológiai változásának, specializálódásának folyamata (Nagy, 1961, 1968) az elmúlt ötven évet felölelően napjainkban is zajlik. Ez a jelenség elsősorban az ország különböző pontjain megfigyelt rajzásképek hirtelen megváltozásában mutatkozik meg.

Az összes csapdázott egyedszám és az egy napra eső relatív egyedszám esetében is, bár nem egységesen, de jól megmutatkozik a kukoricamoly felszaporodásának, egyedszám növekedésének folyamata. Az összes csapdázott egyedszámok IRESZ-hez viszonyított erőteljesebb emelkedése azt jelentheti, hogy az egyedszám növekedéssel a rajzásidőtartam minimális elnyúlása is tapasztalható. Érdekes, hogy azokon a területeken, ahol a kukoricamoly határozott, második csúccsal rajzik (Hódmezővásárhely, Tarhos) az évek haladtával az egyedszámban csökkenés mutatkozott. Ez a tény nem feltétlenül a szántóföldi kártétel visszaesését prognosztizálhatja, csupán arról lehet szó, hogy az egyedszám, rajzásidőtartam kialakításában a klimatikus tényezőknek nagyobb szerepe van.

A rajzásfenológiai, ökológiai változást a rajzáscsúcs kvóciensek emelkedésének tendenciája tükrözi a leghűebben, bár az egyes területeken az egyedszám emelkedéssel magyarázott felszaporodás nem egységes, a második rajzáscsúcs évek során tapasztalható folyamatos erősödése már egyöntetű, országos jelenség. A rajzáscsúcs kvóciensek nyugat-magyarországi intenzívebb-, észak-magyarországi mérsékeltébb emelkedése a klimatikus tényezők különbözőségével magyarázható.

A vizsgált paraméterek adatsoraiban megfigyelt változások eltérő időszakaszra tehetők. Ebből arra következtethetünk, hogy a Kárpát-medencében tapasztalható globális rajzásváltozások nagyobb időintervallumot figyelve áttekinthetőbbek.

Az esetek többségében tapasztalható magas rajzáscsúcs kvóciensek már a bivoltin ökotípus jelenlétét feltételezik. Előzetes tanulmányok (Szeőke et al., 1996; Vörös, 2002) tapasztalatai és a délkelet-magyarországon már bizonyított bivoltin ökotípus jelenléte (Keszthelyi, 2004b) a kukoricamoly rajzásváltozását követő ökotípus változást feltételez, így a Magyarország területéről fokozatosan kiszoruló univoltin ökotípus helyét a bivoltin ökotípus veszi át. Ez a biológiai tény viszont a kukorica termesztő területeken a kukoricamoly kártételi nyomásának fokozódását jelentheti, amely a nagyobb százalékban fellépő, nyáron diapauza közbeiktatása nélkül fejlődő nemzedék megjelenésére vezethető vissza.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A fénycsapda fogási adatsorokért a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Növény- és Talajvédelmi Igazgatóságának tartozom köszönettel.

IRODALOM

- Bognár S. (1994): A magyar növényvédelem története a legrégebb időktől napjainkig (1030-1980). Mosónmagyaróvár.
- Jermy T. (1961): Kártevő rovarok rajzásának vizsgálata fénycsapdával. A növényvédelem időszerű kérdései. 2. 53-61.
- Keszthelyi S. (2004a): A kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) bionómiája. Doktori (PhD) értekezés. Keszthely.
- Keszthelyi, S. (2004b): Second Late Summer Flight Peak of the European Corn Borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) in South Area of Hungary. Cereal Research Communications. 32. 3. 379-387.
- Keszthelyi S., Nowinszky L., Puskás J. (2006): A kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) magyarországi rajzásváltozásának elemzése az utóbbi 14 év fogáseredményei alapján. 2. A rajzásváltozás vizuális elemzése. Növényvédelem. 42. 9. 483-489.
- Keszthelyi S., Marczali Zs. (2007): A kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) 2006-os magyarországi rajzásának vizsgálata az elmúlt évek klímajellemzőinek tükrében. Növényvédelem. 43. 10. 461-466.
- Mészáros, Z. (1969): Phenological Investigations on the Hungarian Population on the European Corn Borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) in 1965.67. Acta Phytopath. Hung., 4. 181-185.
- Nagy B.: A kukoricamoly magyarországi rajzásidejére vonatkozó újabb megfigyelések. Ann. Inst. Prot. Plant. Hung., 1961. 8. 215-230.
- Nagy B. (1968): A kukorica és cirok kártevői. In: Növényvédelmi enciklopédia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 319-330.
- Nowinszky, L. (2003): The Handbook of the Light Trapping. Savaria University Press, Szombathely.
- Sáringer, Gy. (1976): Diapause Experiments with a Population of *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lep.: Pyraustidae) in Hungary. J. Appl. Entomol., 80. 4. 426-424.
- Showers, W.B., Chiang, H.J., Keaster, A.J., Hill, R.E., Reed, G.L., Sparks, A.N., Musick, G.J. (1975): Ecotypes of the European Corn Borer in North America. Environ. Entomol., 4. 753-760.
- Szeőke K., Gáborjányi R., Kobza S., Rátainé V.R. (1996): A csemegekukorica növényvédelme. Növényvédelem. 32. 9. 459-465.
- Vörös G. (2002): A globális felmelegedés és klímaingadozás hatása néhány rovarkártevőre, valamint leküzdésük lehetősége. Doktori (PhD) értekezés. Keszthely.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Keszthelyi Sándor

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar

7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.

Kaposvár University, Faculty of Animal Sciences

H-7400 Kaposvár, 7400 Guba Sándor u. 40.

Tel.: +36-82-314-155, Fax: +36-82-321-251

e-mail: ostrinia@gmail.com



Étkezési csírák szerepe az emberi táplálkozásban. Irodalmi áttekintés

Márton¹ M., Csapó^{1,2} J.

¹Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, RO-530104 Csíkszereda, Szabadság tér 1.

²Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kémiai-Biokémiai Tanszék, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az irodalmi adatok igazolják, hogy a csírázás során lényeges változások állnak be a mag eredeti összetételében. Megváltozik a fehérje-frakciók mennyisége, arányuk a kisebb fehérje-frakciók, oligopeptidek valamint szabad aminosavak irányába tolódik el. Ezentúl változik a csíráztatás során az aminosavak mennyisége (egy részük nő, másrészt csökken vagy nem változik), és nagy mennyiségben keletkeznek nemfehérje építő aminosavak is. E változások következtében nő a csíraféhrje biológiai értéke, és állatkísérletekben lényegesen nagyobb emészthetőséget állapítottak meg. A csíráztatás során megváltozik a trigliceridek összetétele, a hidrolízis következtében szabad zsírsavak keletkeznek, ami a zsír egyfajta előemésztésének tekinthető. Általánosságban elmondható, hogy nő a telítetlen zsírsavak részaránya a telítettekhez viszonyítva, és a telítetlen zsírsavakon belül is eltolódik az arány az esszenciális linolsav felé. Csökken a csírákban az antinutritív anyagok mennyisége, és a makro- és mikroelemek hasznosulása is javul a csíráztatás következtében. Fentiekén túl a csírák sok olyan anyagot tartalmaznak (szulforafán, szulforafén, izotiocianátok, glükozinolátok, enzimek, antioxidáns anyagok, vitaminok), amelyeknek bizonyított hatásuk van a rák megelőzésében, ill. a rákellenes terápiában.

(Kulcsszavak: élelmezési csírák, a csíráztatás során végbemenő kémiai változások, zsírtartalom, zsírsav-összetétel, fehérjetartalom, aminosav-összetétel, szénhidrát-tartalom, antinutritív anyagok, rákellenes hatás)

ABSTRACT

The role of sprouts in human nutrition. A review

M. Márton¹, J. Csapó^{1,2}

¹Sapientia Hungarian University of Transylvania, Csíkszereda Campus, RO-530104 Csíkszereda, Szabadság tér 1.

²Kaposvár University, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

Based on the data of the literature it can be stated that the original composition of the seeds essentially changes during germination. The quantity of the protein fractions changes, the proportion of the nitrogen containing fractions shifts towards the smaller protein fractions, oligopeptides and free amino acids. Beyond this changes the quantity of the amino acids (some of them increase, others decrease or do not alter) during germination, and nonprotein amino acids also are produced. In consequence of these changes, the biological value of the sprout protein increase, and greater digestibility was established in animal experiments. The composition of the triglycerides also changes, owing to hydrolysis free fatty acids originate, that can be considered as a certain kind of predigestion. Generally, the ratio of the saturated fatty acids increases

compared to unsaturated fatty acids, and the ratio within the unsaturated fatty acids shifts to the essential linoleic acid. The quantity of the antinutritive materials decreases, and the utilization of the macro- and micro elements is increased owing to germination. Furthermore the sprouts contain many such materials (sulphoraphane, sulphoraphene, isothiocyanates, glucosinolates, enzymes, antioxidants, vitamins) that are proved to be effective in the prevention of cancer, or in the therapy against cancer.

(Keywords: sprouts, chemical changes during germination, fat content, fatty acid composition, protein content, amino acid composition, carbohydrate content, ant nutritive materials, ant carcinogen effect)

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az étkezési csírák magvakból keletkeznek a csíráztatási folyamat során. A csírák kiváló fehérje-, vitamin- és ásványianyag-források, és az egészségmegőrzés szempontjából olyan fontos tápanyagokat tartalmaznak, mint amilyenek a káposztafélékben előforduló glükozinolátok, fenolos és szeléntartalmú komponensek, vagy amilyenek például a szójában található izoflavonok. Mivel a csírákat a növekedési stádium kezdetén fogyasztjuk, a tápanyagsűrűség bennük igen magas marad. A csírákban legnagyobb jelentőséggel a tápanyagokon kívül a fitokemikáliák, a vitaminok, az ásványi anyagok, az enzimek és az aminosavak bírnak, mivel ezek a leghasznosabbak az ember egészsége szempontjából (AACR., 2005; Schenker, 2002; Finley, 2005; Webb, 2006).

A múlt század utolsó évtizedeiben az egészséges táplálkozással foglalkozó szakemberek figyelme egyre nagyobb mértékben fordult a táplálkozási csírák biológiai értéke meghatározásának irányába (Penas és mtsai., 2008). Ebben az időszakban Európa nyugati felén is mindennapossá vált a csíráztatott magvak fogyasztása, mert a csírák eleget tesznek a korszerű táplálkozás feltételeinek. A csírákat a magvakhoz hasonlóan megállapították, hogy a csíra, köszönhetően az átalakult és magasabb biológiai értékű fehérjetartalmának, a megnövekedett többszörösen telítetlen zsírsav-, a magasabb vitamintartalomnak, valamint az ásványi anyagok jobb felhasználhatóságának következtében magasabb tápértékkel bír. A csíráztatás során a poliszacharidok oligo- és monoszacharidokká, a zsírok szabad zsírsavakká, a fehérjék pedig oligopeptidekké és szabad aminosavakká bomlanak le, mely folyamatok a szervezetünkben lejátszódó biokémiai mechanizmusokat segítik. Javítják mind a fehérjebontó, mind a szénhidrát- és zsírbontó enzimek hatékonyságát, ezért a csíráztatás egy előemésztésnek tekinthető, mely segít a nagy molekulájú, összetett anyagokat építőköveire bontani.

A csíráztatás során csökken az antinutritív anyagok mennyisége (tripszinhinhibitor, fitinsav, pentozán, tannin), és a csíráztatást követően egészségvédő hatással és fitokémiai tulajdonságokkal rendelkező vegyületeket (glükozinolátok, természetes antioxidánsok) is sikerült kimutatni, melyeknek jelentős szerepük lehet többek közt például a rák megelőzésében is. A csíráztatás tehát a mag állapothoz képest olyan funkcionális élelmiszerek kifejlesztéséhez vezethet, melyek pozitív hatással vannak az emberi szervezetre, és amelyek segítenek az egészség megőrzésében (Sangronis és Machado, 2007).

A csírázás során a nyugalmi állapotban lévő magból új növény fejlődik ki, amennyiben kedvező a nedvességtartalom, megfelelő a hőmérséklet és rendelkezésre áll oxigén a légzéshez. Ezekkel a folyamatokkal elsősorban a távolkeleti országokban foglalkoztak, de jelentős kutatások folytak Európában is (Martinez-Villaluenga és mtsai., 2008). Ennek következtében mind az európai, mind a távolkeleti piacokon változatos csírákínálat alakult ki, melyek közül legkedveltebbek az adzukibab, a lucerna, a brokkoli, a hajdina, a lóhere, a mungóbab, a mustár, a retek, a vöröskáposzta és a szója

csírái. Japánban a csírákat, attól függően hogy mesterséges vagy természetes fényen vagy sötétben termesztik-e, különböző kategóriákra osztják, melyek közül a fényen termelt csírákat nyersen, míg a sötétben előállítottakat hőkezelve fogyasztják.

Erdélyben táplálkozási csírákkal kapcsolatban nem végeztek vizsgálatokat, és Magyarországon is kevés olyan eredmény látott napvilágot, ami az élelmezési csírák tápértékével, illetve annak változásával foglalkozott volna a csírázás során. Feladatul tűztük ki ezért a legfontosabbak, majd mindenki által fogyasztott, a kereskedelmi forgalomban kapható búza-, lencse-, napraforgó-, lucerna- és retekmag csírák tápértékének meghatározását, és a tápérték változásának nyomonkövetését a csírázás folyamán. Szeretnénk vizsgálni a zsírtartalmat és a zsírsav-összetételt, a fehérjetartalmat és az aminosav-összetételt, valamint a szabad aminosavak mennyiségét, a vitamintartalmat és annak lehetőségét, hogy hogyan lehet szelénben dúsított csírákat előállítani, mellyel a lakosság jobb szelénstátuszához tudnánk hozzájárulni.

Első közleményünkben a legújabb szakirodalmi adatokat dolgozzuk fel, majd a továbbiakban az általunk elért új tudományos eredményekről szeretnénk beszámolni.

Az étkezési csírák rákellenes hatása

Az utóbbi években egyre nagyobb figyelmet kapott a természetes úton történő betegség megelőzés. A fogyasztható csírák és aktív komponenseinek potenciális védőhatását a rák ellen több *in vivo* és *in vitro* modell kísérletben tanulmányozták (Pereira és mtsai., 2002; Fahey és mtsai., 1997; Shapiro és mtsai., 2001). Az eredmények pozitív korrelációt mutatnak több szerv rákos megbetegedésének megelőzése és a zöldség vagy aktív komponenseinek fogyasztása között. Ennek ellenére még mindig nem tisztázott ezen kemopreventív fitokemikáliák hatása és mechanizmusa (Murillo és Mehta, 2001; Munday és Munday, 2002).

A Brassica-félék csíráiban található fitoaktív anyagok biológiai aktivitásának felderítése során tanulmányozták hatásukat a karcinogén metabolizmusban résztvevő biotranszformáló enzimekre, az antioxidáns státusra és a kémiai úton indukált rákra (Moreno és mtsai., 2006; Lee és Lee, 2006; Pereira és mtsai., 2002; Fahey és mtsai., 1997; Shapiro és mtsai., 2001; Fahey és Talalay, 1999).

A káposztafélék, különösen a brokkoli fogyasztása fordítottan arányos a mellrák kialakulásával premenopauzális nők esetében, posztmenopauzális nők esetében viszont nagyon kevés, vagy semmi hatást nem észleltek, és a glutation-S-transzferáz típusa sem befolyásolta a betegség lefolyását. Ezek az eredmények hangsúlyozzák a káposztafélék szerepét a premenopauzális mellrák kockázatának csökkentésében (Gill és mtsai., 2004; Ambrosone és mtsai., 2004).

Néhány egészségvédő fitokemikália a csírában sokkal nagyobb koncentrációban található, mint a kifejlődött növényben (Harrison, 1994; Fernández-Orozco és mtsai., 2006). Ezek szignifikáns antigenotoxikus hatást fejtenek ki a H₂O₂ által kiváltott DNS károsodással szemben, mert azoknál az embereknél, akik rendszeresen 113 g káposzta és hüvelyes csírákat fogyasztottak a kontroll diétához hasonlítva, csökkent a rákos megbetegedés kockázata. A kísérlet megerősíti azt az elképzelést, miszerint a káposztafélék csíráinak fogyasztása kapcsolatba hozható a rákos megbetegedések csökkenésével (Gill és mtsai., 2004; Haddad és mtsai., 2005). Folyamatosan szükséges az ilyen új típusú élelmiszerek fejlesztése olyan mennyiségben, mely lehetővé teszi az élelmiszerellátó rendszerekben való forgalmazást (Webb, 2006; Linnemann és mtsai., 2006). Ezek a termékek jelentős hozzáadott értékkel rendelkeznek, melyek elősegítik az egészséges táplálkozást. A bioaktív komponenseket tartalmazó élelmiszerek alkalmazása az élelmiszer technológiák javulásához, és az egészséges táplálkozáshoz vezethetnek (Schneeman, 2004; Ubbink és Mezzenga, 2006).

Az étkezési csírák új, tápanyagokban és fitotápanyagokban gazdag élelmiszerek, amelyeket különösebb termékfejlesztés, új berendezések vagy drága marketing nélkül lehet előállítani és fogyasztani. A rákelleni védelem a táplálék útján rendkívül attraktív, különösen azt figyelembe véve, hogy sokfajta rák gyógyításában, (például tüdőrák) rendkívül csekély előrehaladást ért el az orvostudomány (Ferlay és mtsai., 2004). Így a fogyasztó érdekelt a funkcionális élelmiszerek fokozottabb fogyasztásában, amelyek étlettanilag is hasznos komponenseket tartalmaznak (Linnemann és mtsai., 2006; International Food Information Council Foundation, 2006). Ugyanakkor többen idegenkednek a bioaktív komponensek kialakításával és akkumulációjával szemben az élelmiszerekben (Finley, 2005; Brandt és mtsai., 2004). A csírák irányában mégis megnövekedett a fogyasztási igény, amely megköveteli, hogy optimalizálják a minőséget, a fogyaszthatóságot és a bioaktivitást. Munkánk első részében az étkezési csírák kémiai tulajdonságaival és az egészségmegőrzés szempontjából fontos komponensek, bioaktív anyagok értékelésével foglalkozunk.

Az étkezési csírák szulforafán- és izotiocianát-tartalma

Káposztafélék csíráinak bioaktív komponensei a glükozinolátok és ezek termékei az izotiocianátok, valamint a fenolok, a vitaminok és az ásványi anyagok. Az emberek által fogyasztott káposztafélék családjába tartozó zöldségek közé sorolják a brokkolit, a káposztát, a kelbimbót, a karfiolt, a kínai káposztát és a retket. A káposztafélék karotinoidokat, C-vitamint, rostot, flavonoidokat és ráadásul olyan egészségvédő anyagokat tartalmaznak, mint amilyenek a glükozinolátok (Jeffery és Jarrell, 2001; Holst és Williamson, 2004). A brokkoli csírában a glükorafanin az elsődleges fontosságú glükozinolát, amelyet a bél mikroflórája izotiocianátra és szulforafánra hidrolizál. A növényekben a mirozináz enzim az, amely a glükozinolátokat, főként izotiocianátokra hidrolizálja. Ezek az izotiocianátok különböző biológiai hatással rendelkeznek: néhány májkárosító vagy golyvaképző, a többi pedig antibakteriális, gomba- és rákellenes hatással bír (Moreno és mtsai., 2006; Heaney és Fenwick, 1987; Shikita és mtsai., 1999; Gamet-Payraastre, 2006).

Az izotiocianátok *in vivo* metabolizmusának elsődleges útja a merkaptánsav út, ami a legtöbb xenobiotikum eliminációs útvonala. A glutationnal történő konjugáció által létrejövő tiolszarmazékokat, melyet a glutation-S-transzferáz (GST) katalizál, egy lépcsőzetes glutamin és glicin hasadás követ, ezáltal L-cisztein-izotiocianátok jönnek létre, melyek N-acetil-L-cisztein-izotiocianát származékokká (merkaptán savak) acileződnek, melyek a vizeleten keresztül ürülnek ki a szervezetből. Ezek alapján a GST fontos szerepet játszik az izotiocianátok (ITC) kialakításában az emberi szervezetben. A reakciók során képződő izotiocianátok száma elérheti a több százat is. Általánosan megállapítható, hogy a fogyasztott zöldség típusa és mennyisége, az elkészítés módja és a rágás minősége, valamint a GST természete befolyásolja, hogy milyen ITC jön létre (Munday és Munday, 2002; Lampe és Peterson, 2002; Ambrosone és mtsai., 2004).

A nem csíráztatott magvaknak a legmagasabb a glükozinolát-tartalmuk, melynek mennyisége a csírákban csökken. A káposztaféle csírák három napos korban 10–100-szor magasabb glükorafanin-tartalmúak, mint a hozzájuk tartozó érett növény (Pereira és mtsai., 2002; Perez-Balibrea és mtsai., 2006), melynek következtében a kis mennyiségű káposztacsíra is csökkenti a rák kockázatát, és ugyanolyan hatékony, mint egy nagyobb mennyiség ugyanabból a fajta növényből (Fahey és mtsai., 2006; Fahey és mtsai., 1997; Shapiro és mtsai., 2001; Lee és Lee, 2006).

A szulforafán különböző kísérleti modellekben, mind *in vivo* állapotokban, mind *in vitro* különböző sejtkultúrákban csökkentette a sejtburjánzás különböző formáit, talán

aktiválva a rákot okozó vegyületeket detoxikáló enzimeket (*Bertelli és mtsai.*, 1998; *Barillari és mtsai.*, 2005a; *Barillari és mtsai.*, 2005b; *Kensler és mtsai.*, 2005). A brokkoli csírákat és magát a növényt nagyon jó szulforafán forrásnak tartják, mely a brokkoli csírában 105 mg/100 g-nál nagyobb koncentrációban, a brokkoli növényben pedig 40–171 mg/100 g koncentrációban fordul elő a szárazanyagban (*Bertelli és mtsai.*, 1998; *Nakagawa és mtsai.*, 2006; *Perocco és mtsai.*, 2006).

Különböző kutatók tanulmányozva a brokkoli csírák és a szulforafán jótékony hatását állítják, hogy indirekt antioxidáns tulajdonságainál fogva erősíti a sejtek antioxidáns védelmében résztvevő enzimeket, és detoxikálja a karcinogéneket, csökkenti ezzel annak lehetőségét, hogy a testben rák alakuljon ki (*Shapiro és mtsai.*, 2001; *Perocco és mtsai.*, 2006; *Fahey és mtsai.*, 1997; *Shapiro és mtsai.*, 2001; *Fahey és Talalay*, 1999). A szakirodalomban több beszámoló megerősíti a szulforafán antikarcinogén hatását, de hiány mutatkozik tekintetben, hogy természetes prekursorának, a glükorafaninnak milyen a biztonságos felhasználhatósága. Egy *in vivo* kísérletben a glükorafanin abszorpcióját és metabolizmusát vizsgálva káposztafélék fogyasztása során kimutatták, hogy a glükorafanin a bélben részben a mikroflóra hatására szulforafánná metabolizálódik az emberben (*Conaway és mtsai.*, 2000) és a rágsálókban (*Perocco és mtsai.*, 2006). A kísérletben használt dózist a brokkoli csíra glükorafanin–szulforafán-tartalma alapján állították be, amit előzetesen rák kemoterápiás tanulmányokban használtak (*Fahey és mtsai.*, 1997; *Lee és Lee*, 2006; *Fahey és Talalay*, 1999).

Liang és mtsai. (2005) megállapították, hogy a szulforafán egy izotiocianát, ami természetes körülmények között a káposztafélék családjában nagyobb mennyiségben fordul elő, és fogyasztásával a tumorok kialakulása megelőzhető. A káposztafélék családjának öt képviselője (brokkoli, káposzta, karfiol, leveles kel és kelbimbó) szulforafántartalmát fordított fázisú HPLC-vel, acetonitril–víz lineáris gradiens alkalmazásával határozták meg. A nyers szulforafánt először etil-acetáttal, 10%-os etil-alkohollal és hexánnal extrahálták, majd az így kapott extraktumot tisztították alacsony nyomású oszlopkromatográfiával szilikagélen. A szulforafán kitermelése és tisztasága a gradiens elúció alkalmazásával nagyobb volt, mint 90%.

Perocco és mtsai. (2006) a szabadgyökök növekedését vizsgálva, glükorafaninnal kiegészítve az ételt, csak enyhe indukciót találtak a glutation-S-transzferáz enzim esetében. Ezek az eredmények ellentétesek a korábban megállapítottakkal. Azt sugallják, hogy a glükorafanin hosszú időn keresztül történő fogyasztása inkább növeli, mint csökkenti a rák kockázatát, az oxidatív stressz előidézésével indukálva a rákot okozó enzimeket. Állítják, hogy a hosszú időn keresztül kontrollálatlan glükorafanin fogyasztás potenciális veszélyforrás, ennek ellenére elismerik a gyümölcsökben és zöldségekben gazdag táplálkozás előnyös hatását az egészségmegőrzés szempontjából.

A brokkoli csírákról korábban kimutatták, hogy olyan kemopreventív szerek gazdag forrásai, mint az izotiocianátok. A brokkoli izotiocianát extraktuma megakadályozza az epe rákos sejtjeinek növekedését, antiproliferatív aktivitásánál fogva, az izotiocianátoknak köszönhetően, jó a rák megelőzésére és kezelésében (*Gamet-Payraastre*, 2006; *Lee és Lee*, 2006). A szulforafán antibakteriális hatása a *helicobacter pylori*val szemben, ami krónikus gyomorhurutot és vékonybél fekélyt okoz, tehát ez az anyag a káposztafélékben potenciális gyógyszer a *helicobacter pylori*val szemben. Ezentúl egy hét brokkoli csíra fogyasztás javította a koleszterin metabolizmust, és csökkentette az oxidatív stressz markereket, mint amilyen a plazma aminosav-tartalma és a különböző enzimek (*Murashima és mtsai.*, 2004).

Clarke és mtsai. (2008) a szulforafán rákellenes hatását vizsgálták a brokkoli, a káposzta, a kelbimbó és a karfiol esetében. A szulforafánról megállapították, hogy

különösen nagy koncentrációban fordul elő a brokkoliban és a brokkoli csírában, és magas izotiocianát-tartalmánál fogva csökkenti a rák kockázatát, beleértve a bél- és prosztatarakot is. A korábban a szulforafán enzimgátló hatását vizsgálták olyan enzimeket tanulmányozva, melyek a rákos elváltozásokért tehetősek felelőssé. A szerzők a szulforafánnak a sejt megújulását és a sejtelhalás mechanizmusára kifejített hatását tanulmányozták, melynek során a szulforafán rákellenes tulajdonságaival foglalkoztak a különböző kemopreventív mechanizmusokra koncentrálnak. A szulforafán emberre kifejített hatásánál leírják annak kémiaiáját, metabolizmusát, felszívódását, és tanulmányozták azokat a faktorokat, amelyek a szulforafán biológiai hasznosíthatóságát befolyásolhatják.

Az étkezési csírák glükoszínolát-tartalma

Kétfajta metionin-glükoszínolát származéknak egy extra, különböző oxidációs állapotban lévő kénatomja van az oldalláncban. Ezek redoxrendszerbe alkotnak (glükorafenin, glükorafazatin), amelyek csak egy kettős kötésben térnek el a glükocerucin-glükorafenin rendszertől. A két rendszer gyökfogó kapacitásában van különbség (*Barillari és mtsai.*, 2005a; *Barillari és mtsai.*, 2005b). A fényben növekedett kerti zsálya csírák a csírázás első hete alatt nagy koncentrációban tartalmaznak benzil-glükoszínolátot, és csak nyomokban 2-fenil-glükoszínolátot, amely megállapítás egy újabb zöldséget von be a bioaktív vegyületeivel egészségmegőrző hatású növények körébe (*Gil és Macloed*, 1980; *Glendening és Poulton*, 1988).

A fehér mustárt friss fogyasztásra világszerte széles körben alkalmazzák speciális fűszeres íze miatt. Ezek a zöldségek több olyan egészségvédő vegyületet tartalmaznak, mint amilyenek a karotinoidok, a C-vitamin, a rostok, a flavonoidok és a glükoszínolátok (*Barillari és mtsai.*, 2005a; *Martinez-Sánchez és mtsai.*, 2006). A fehér mustármagban és a liofilezett csírában a glükoszínolátok közül a glükocerucin a fő komponens. Ellentétben más glükoszínolátokkal, mint amilyen például a glükorafenin, a glükocerucinnak direkt és indirekt antioxidáns hatása is van, melynek következtében a fehér mustár és csírájának fogyasztása nagyon hasznos az emberi egészség szempontjából (*Barillari és mtsai.*, 2005a; *Barillari és mtsai.*, 2005b).

A glükoszínolát-tartalmú Brassica család érdekes tagjai a vadmustár és a török mustár, amelyek közül mindegyik gazdag olyan bioaktív fitokémikáliákban, mint amilyenek a fenolok, flavonoidok és a C-vitamin, amelyek mindnyájan jelen vannak a magban, a gyökérben és a három-, öt- valamint hétnapos csírákban (*Martinez-Sánchez és mtsai.*, 2006; *Bennett és mtsai.*, 2006). A retekcsíra metanolos extraktumának nagyon magas az antioxidatív aktivitása, ami a különböző szinapinsav észtereknek és a flavonoidoknak köszönhető, melyek igen nagy, a biológiai aktivitás alapjául szolgáló gyökfogó kapacitással rendelkeznek (*Takaya és mtsai.*, 2003). A csírák diklórmétanos frakciója, melyet a metanolos extraktumból nyertek, nagy mennyiségben tartalmaz nikotinsavamid-adenin-dinukleotidot valamint kinon-reduktázt, amelyek jelentős szerepet játszanak a májsejtek védelmében kémiai rákkeltő és egyéb vegyületekkel szemben. Ezek az eredmények azt jelzik, hogy a retekcsírákat biztonságos, hasznos, új élelmiszerforrásnak lehet tekinteni, melyek csökkentik a rák kifejlődésének kockázatát (*Lee és Lee*, 2006).

Egy új OH-tartalmú jázmonsav metilészter stimulálja a növényi másodlagos metabolitok bioszintézisét, a sejt oxidációt, az L-fenilalanin-ammónia-liáz aktivitását és erőteljes befolyást gyakorol a másodlagos metabolitok bioszintézisére növényi sejt kultúrákban. A metabolikus utak jázmonáttal történő koordinált aktiválása segíti a környezeti stressz elleni rezisztencia kialakulását, beleértve az indol-glükoszínolátok szintézisét a Brassica családban (*Bennett és Wallsgrove*, 1994; *Liang és mtsai.*, 2006).

A káposztafélék családjába tartozó növények egyik szembeötlő és jellemző tulajdonsága a magas glükozinoláttartalom, amely gyakran eléri a szárazanyag 1%-át (*Pereira és mtsai.*, 2002; *Fahey és mtsai.*, 1997). Kevés próbálkozás történt az emberi glükozinolát fogyasztás megállapítására, amely egyes források alapján elérheti a 300 mg/nap értéket ($\approx 660 \mu\text{mol/nap}$). Ezen glükozinolátok felhasználhatóságának, transzportjának és metabolizmusának felderítése előfeltétele az emberi szervezetre gyakorolt védőhatás mechanizmusának megértéséhez (*Moreno és mtsai.*, 2006; *Gill és mtsai.*, 2004; *Murillo és Mehta*, 2001; *Munday és Munday*, 2002; *Lampe és Peterson*, 2002; *Ye és mtsai.*, 2002).

Ha növényi eredetű mirozináz van jelen a diétában, a glükozinolátok a bélben hidrolizálódnak. Ha a mirozináz a fogyasztást megelőző hőkezeléssel inaktívulva van, a glükozinolátok ionos jellege megakadályozza, hogy eljussanak a bélbe, ahol bakteriális enzimek által metabolizálódnak (*Moreno és mtsai.*, 2006). Mirozináz hatására glükóz és egyéb termékek, például izotiocianátok jönnek létre. A glükozinolátok a növényi eredetű mirozináz hatására a vékonybélben, vagy bakteriális enzimek hatására a vastagbélben bomlanak, és metabolitjaik a káposztafélék fogyasztása után 2–3 órával kimutathatóak a vizeletből. Az emberi egészségre gyakorolt pozitív hatás és a betegségmegelőző aktivitás tisztázásának első lépése a glükozinolátok kémiai szerkezetének és metabolizmusának követése a táplálékláncban, a természetstől egészen a fogyasztásig (*Ferlay és mtsai.*, 2004; *Jeffery és Jarrell*, 2001; *Pereira és mtsai.*, 2002; *Fahey és mtsai.*, 1997; *Shapiro és mtsai.*, 2001; *Fahey és Talalay*, 1999).

Bellostas és mtsai. (2007) szerint a káposztafélék csirái nagy koncentrációban tartalmazzák a glükozinolátot, ezért ezek a növények nagyon jól használhatók a rákos megbetegedések során a kémiai védekezésre. Kísérleteikben öt káposztafajtánál (fehér káposzta, vörös káposzta, kelkáposzta, brokkoli és karfiol) vizsgálták az érett mag, a csíra és a csíranövény glükozinoláttartalmát. Az egyes glükozinolátok koncentrációja nagymértékben változott a káposztafélék között. Az alkil-glükozinolátok koncentrációja csökkent, míg az indol-3-metil-glükozinoláttartalom nőtt a csíráztatási periódus alatt. A négy és hét napos csíráztatási periódus alatt a csíranövény gyökere tartalmazta a legnagyobb mennyiségben a glükozinolátot, mind a négy, mind a hét napos csíráztatási időben.

Az étkezési csírák flavonoidtartalma

A mag csíráztatás különböző körülményei hatással vannak a flavonoltartalomra. A legmagasabb miricetin-, merin-, kvercetin- és kámforoltartalmat a retek- és a lucernacsírákban akkor mérték, amikor azokat sötétben, 20 °C-on csíráztatták. A csíráztatási hőmérsékletnek sem a 30 °C-ra történő emelése, sem a 10 °C-ra való csökkentése nem befolyásolta a flavonolszintézis hatékonyságát. Ehhez hasonlóan a 20 perc és 24 óra közötti UV valamint IR sugárzás sem növelte szignifikánsan a csírák flavonoltartalmát a maghoz viszonyítva (*Janicki és mtsai.*, 2005).

A hüvelyesek családjának gazdasági jelentősége világos, hisz ebből a családból nagyon sok használatos élelmiszerként és takarmányként. Mind az állati, mind az emberi táplálkozásban nagyon érdekes növények a disznóbab, a mungóbab, a borsó, a farkasbab, a csicseriborsó és a lencsecsírák is. A szójabab az egyik legfontosabb élelmiszer mag az ázsiai országokban, melyből készült élelmiszerek jótékony hatása ismert (*Xu és mtsai.*, 2005; *Kim és mtsai.*, 2006). Beszámoltak arról, hogy a csírákban a fenolos komponensek a növekedési feltételek szerint változnak, és azt is kimutatták, hogy a fény képes stimulálni a növényi fitokemikáliák képződését, beleértve a magasabb izoflavontartalmat a szójacsírákban (*Kim és mtsai.*, 2006).

Kim és mtsai. (2007) hajdinát 1–10 napos időszakban csíráztattak üvegházban, alacsony fényviszonyok mellett, majd meghatározták a csírák klorogénsav- és

flavonoidtartalmát, beleértve a C-glikozid flavonokat is (orientin, izoorientin, vitexin, izovitexin), valamint a rutint és a kvercetin. Egy étkezési adag rutintartalma (átlagosan 20–30 mg/g) 30-szor nagyobb volt, mint a gyökérben és a termésfalban. A csírák gyökfagó kapacitását 2,2-difenil-1-pikril-hidrazin módszerrel analizálva megállapították, hogy az hat-tíz napig az étkezési adagban szignifikánsan 1,52-től 2,33 μmol -ig nőtt az egyik hajdinafajtánál, míg a másikonál 1,46-től 2,09 μmol -ig emelkedett, de a különbség a két hajdinafajta között nem volt szignifikáns. Vizsgálataik alapján javasolják a hajdina csírákat a mindennapi étkezés során alkalmazni.

Az étkezési csírák egyéb gyógyhatása

A növények másodlagos metabolitjai a gyógyszerek, az élelmiszeradalékok és ízanyagok és egyéb ipari termékek egyedülálló forrásai. Az elmúlt száz évben egyes növények fontos forrásaivá váltak az új gyógyszereknek, a különféle növényi drogoknak. Ahogy a növények termesztése hidropóniásan szelektívvé és reprodukálhatóvá vált, a bioaktív komponensek termelése drámaian megnőtt, melyek közül sokan mutattak *in vitro* aktivitást a baktériumok, a gombák, illetve a rák ellen (*Poulev és mtsai.*, 2003; *Zhao és mtsai.*, 2005).

A növények kiváló forrásai a fenolos fitokemikáliáknak, melyek közül különösen az antioxidánsoknak van kimagasló szerepe a terápiás alkalmazásban funkcionális élelmiszer-összetevőként. E tényeken alapulva fejlesztették a hüvelyesekben lévő fitokemikáliák rendszerét, természetes szabályozók alkalmazásával, melynek során a pentóz-foszfát ciklus a fenolos fitokemikáliák irányába tolódott el (*Shetty és McCue*, 2003).

Az étkezési csírák antibiotikus hatása

Sok másodlagos növényi metabolitnak szerepe van a növényt károsító élőlények és a patogén kórokozók elleni harcban. Ezek közül sok komponens (cianogén-glikozidok, glükozinolatok, fenolok, terpének és szterolok) sikiminsavból vagy aromás szénhidrogénből származnak, melyeknek lényeges szerepük van azokban a védekező mechanizmusokban, melyet a fertőzés vagy a kártevők indukálnak. Ezen metabolitok akkumulációja előfordul a stressznek kitétt sejtekben, beleértve a fitoalexinokat is, a patogén mikroorganizmusokkal történő fertőzés után (*Zhao és mtsai.*, 2005). Hasonló abiotikus stresszt tud kiváltani az UV fény is, mégis a flavonoidok koncentrációja (morin, mircetin, kvercetin és kámforol) a retek- és a lucernacsírák esetében magasabb volt abban az esetben, ha sötétben tartották őket, mint amikor UV vagy IR sugárzással kezelték (*Janicki és mtsai.*, 2005).

A borsó olyan fenolos fitokemikáliákat tud produkálni, melyek inhibitorhatással vannak a patogén mikroorganizmusokra, és amelyek segítségével a *helicobacter*, mint egy gyógyszerrel kontrollálható. A borsócsírák acetil-szalicilsavval kombinálva lehetővé teszik egy olyan fenolos funkcionális élelmiszer kifejlesztését, amely alkalmas a *helicobacter pylori* ellen (*Ho és mtsai.*, 2006).

Az étkezési csírák fitinsav- és fitáztartalma

Négy káposztaféle (kis retek, retek, fehér mustár és repce) magból és négy napos csírájukból kimutatták, hogy inozitol-hexafoszfátot tartalmaznak, amelyet fitinsavnak, vagy só formában fitátnak hívnak. Ez a komponens biológiailag aktív, egészség szempontjából potenciálisan hasznosnak bizonyult, mivel csökkentette a vércukorszintet, a koleszterin és a trigliceridek mennyiségét, csökkentette a rák kialakulásának és a szívbetegségeknek a kockázatát (*Frias és mtsai.*, 2005b). Ezekben nagy a tiamin, a riboflavin, a Ca, a Mg, a Cu, a Mn, a Fe, a Zn valamint az étkezési rostok mennyisége,

ami egy új potenciális élelmiszer kifejlesztését teszi lehetővé (*Fernández-Orozco és mtsai.*, 2006; *Zielinski és mtsai.*, 2005).

Sung és mtsai. (2005) a csíráztatás hőmérsékletének hatását 10, 20 és 25 °C-on, 6–10 napos intervallumban vizsgálták árpa magvaknál a fitázenzim-termelésre. Az árpa csíranövények növekedési sebessége és fehérjetermelése a csíráztatási hőmérséklet emelésével megnőtt. SDS–PAGE (nátrium-dodecilszulfát–poliakrilamid gélelektroforézis) alkalmazásával kimutatták, hogy a csíráztatási idő alatt a fehérjék átalakulnak, némelyek eltűnnek, némelyek megjelennek az elektroforetogrammon. A csíráztatás kezdetén a fitázaktivitás gyakorlatilag nulla volt, ami szignifikáns növekedést mutatott a csíráztatás alatt. Az első pár napban nyolcszorosára nőtt, ezt követően viszont csökkent. A hasznosítható foszfáttartalom, összefüggésben a fitáz enzim működésével, a csíráztatás elején gyorsan nőtt. A fehérje- és a fitáztermelés két nap múlva érte el a maximális értékét. A nyers enzim extrakt részleges tisztítása hidrofób kromatográfiával két fitáz frakciót eredményezett. Az első frakció molekulatömege 62 és 123 kDa, míg a második frakcióé 96 kDa volt. Az első frakció termelésére az 55 °C, míg a kettes frakcióra az 50 °C volt az ideális. Az egyes frakció pH-optimuma 6,0, míg a kettes frakcióé 5,0 volt.

Az étkezési csírák biogénamin-tartalma

Frias és mtsai. (2007) a lucerna- és a görögszéna-csírák biogénamin-tartalmát és a csírák citotoxicitását vizsgálták. A biogén aminok mind a lucernánál, mind a görögszénánál hatással vannak a vér glükóz- és koleszterintartalmára, ezért az egészséges táplálkozás szempontjából rendkívül fontos az ismeretük. Mivel a lucerna- és a görögszéna-csírából készült lisztek a funkcionális élelmiszerek új típusainak tekinthetők, azért fontos a biogén aminok és a csírák citotoxicitásának tanulmányozása. Mindkét növényből a csírákat négy napon keresztül 20 és 30 °C-on világos és sötét körülmények között állították elő. A ki nem csírázott magvak putreszcint, kadaverint, hisztamint, tiramint, spermidint és spermint tartalmaztak. A lucernacsírák bioaktívamin-tartalma kétszer olyan magas volt, mint az eredeti magé, és a 20 °C-on, fény nélkül történő csíráztatás produkálta a legalacsonyabb biogénamin-tartalmat. A görögszéna-csírákban csak a kadaverin és a putreszcin nőtt meg a csíráztatás alatt; a hőmérsékletnek és a fénynek csak csekély hatása volt a biogénamin-tartalomra. A csíráztatott magvak biogénamin-tartalma mindig alatta maradt a még elfogadható egészséges szintnek. A sejtek apoptózisával és proliferációjával kapcsolatos kísérletek alapján megállapították, hogy a csírák a sejtek folyamataira nem voltak hatással.

A csírafehérje táplálkozási értéke

Wanasundara és mtsai. (1999) a lenmagcsírák nitrogéntartalmú összetevőinek alakulását vizsgálták a csíráztatás során. A lenmagcsírákat nyolc napos időszakban csíráztatták, melynek során a szárazanyag-tartalom 35%-kal csökkent. A csíráztatási periódus alatt viszonylag minimális volt a csökkenés az összesnitrogén-tartalomban, a nemfehérje nitrogéntartalom viszont 9%-ról 33,5%-ra nőtt az összes fehérje százalékban. A szabad aminosavak esetében növekedést figyeltek meg. Az egyes aminosavak között a glutamin mutatott legnagyobb változást a csíráztatási periódusban, mivel ez az aminosav-amid amidcsoport donor, hozzájárulva a csíranövény kifejlődéséhez. A csíráztatás során a vízoldható fehérjetartalom nőtt, a sóoldékony fehérjefrakciók viszont csökkentek. A poliamin-tartalom, nevezetesen az agmatin, a spermidin és a putreszcin, amelyek rendkívül fontosak a sejt anyagcsere és a növekedés szabályozásában, szintén nőtt a csíráztatási periódus alatt. Nyolc napos csíráztatás során a ciántartalmú glikozidok, a linustatin és a neo-linustatin mennyisége mintegy 40–70%-kal csökkent. A lenmag

tripszininhibitor-tartalma egészen minimális, és a csírákban is csak nyomokban kimutatható nyolc nap csíráztatás után.

Mbithi-Mwikya és mtsai. (2000) a köles tápanyagait és az antinutritív anyagok változását tanulmányozták a csírázás során. Vizsgálták ezen kívül a fehérje *in vitro* emészthetőségét 96 órás csíráztatás során 12 órás mintavételi periódusokban. Az antinutritív anyagok esetében szignifikáns csökkenésről számoltak be, melynek során a tanninok és a fitátok a kimutatási határ alá csökkentek. A tripszininhibitor-aktivitás harmadrésze csökkent. 48 óra alatt jelentős csökkenést kaptak a keményítőtartalomban, mely összefüggésben állt a cukortartalom nagymértékű növekedésével. Szignifikáns mértékben nőtt a fehérje emészthetősége, a szárazanyagnak viszont 13,3%-a elveszett a 96 órás csíráztatási periódus alatt. A szerzők arra a következtetésre jutottak, hogy nem szükséges 48 óránál hosszabb csíráztatási időt alkalmazni, mert a hosszabb csíráztatási idő jelentős mértékben csökkenti a légzés következtében a szárazanyag-tartalmat anélkül, hogy bármiféle szignifikáns javulást eredményezne a táplálkozási értékben.

Rozan és mtsai. (2001) különféle magvak és a négynapos csírák aminosav-összetételét vizsgálták öt különböző lencsefaj esetében. A szabad, fehérjeépítő aminosav-tartalom jelentős mértékben megnőtt a csírázást követően, melyek közül az aszparagin fordult elő a legnagyobb koncentrációban. A nem fehérjeépítő szabad aminosavak mennyisége is jelentős különbséget mutat a magban és a csírában. A γ -OH-arginin, a γ -OH-ornitin, az α -amino-adipinsav és a taurin mind a magvakban, mind a csírákban megtalálható volt, míg a γ -amino-vajsav, az α -amino-adipinsav, a 3-izoxazolinon származék és a 2-karboxi-metil-izoxazolin-5-pirimidin csak a csírákban volt megtalálható. Ezen utóbbi vegyületeket elsőként a lencsefajtákban azonosították. A nem fehérjeépítő aminosavak különböző kombinációja, a különböző fajták genetikai rokonságára adhat információt, esetleg magyarázhatja a fajták közötti kereszteződések is.

Urbano és mtsai. (2005a) a sötétben és fényben kettő, négy és hat napig csíráztatták a zöldborsót, és vizsgálták az így kapott csírák proteolitikus aktivitását, az oldható fehérje és a nemfehérje nitrogéntartalmat, és a keményítő hasznosulását növekedésben lévő patkányokkal. Kísérleteik során az élelmiszer-bevitel jelentős mértékben megnőtt, amikor kettő és négy napos borsócsírákat etettek, ami összefüggésben volt a puffadás előidéző faktorok jelentős mértékű csökkenésével. A nitrogén emészthetősége teljes mértékben azonos volt a csíraliszteknél, az eredeti zöldborsó liszthez hasonlítva. A nitrogénmérleg, az abszorbeált visszatartott nitrogén %-a, a fehérje hatékonysági arány és a hasznosítható szénhidrát indexe szignifikánsan magasabb volt azoknál az állatoknál, amelyek kettő-négy napig csíráztatott, azzal szemben, amelyek nyers vagy hat napig csíráztatott zöldborsót fogyasztottak. A szerzők arra a következtetésre jutottak, hogy két nap csíráztatási idő elegendő ahhoz, hogy szignifikáns módon javuljon a zöldborsó fehérje- és szénhidrát-tartalmának emészthetősége. A fényben illetve sötétben történő csíráztatás nem befolyásolta a tápértéket.

Urbano és mtsai. (2005b) egy másik kísérletben a borsócsírák és a nyers borsó fehérje- és szénhidrát-tartalmának emészthetőségét vizsgálták *in vitro* és *in vivo* módszerekkel. Kísérleteik során a borsót 3–6 napon keresztül csíráztatták, majd az *in vivo* kísérletekben a patkányok fehérje- és szénhidrát-egyensúlyát vizsgálták. A csíráztatás jelentős mértékben csökkentette az α -galaktozidáz-tartalmat, és szignifikánsan növelte a szacharóz-, a glükóz- és a fruktóztartalmat. A hasznosítható keményítő aránya az összes keményítőhöz hasonlítva a technológiai beavatkozás következtében megnőtt. A B₂-vitamin-tartalom szignifikánsan nőtt, ezzel ellentétben nem volt szignifikáns változás a B₁-vitamin-tartalomban a csíráztatott borsóban. A

fehérje emészthetőségét vizsgálva megállapították, hogy az szignifikánsan nőtt a csíráztatás során. A napi takarmányfelvétel, a nitrogénabszorpció és nitrogénmérleg, a visszamaradt és a felszívódott nitrogén aránya, a fehérjehatékonysági arány és a hasznosítható szénhidrát index szignifikánsan javult a három napig történő csíráztatás során, majd ezt követően mindegyik mérőszám szignifikánsan csökken a csíráztatás hatodik napjáig. Megállapították, hogy a borsó csíráztatása három napig szignifikánsan javította mind a fehérje, mind a szénhidrát hasznosulását.

A csíra zsírjának táplálkozási értéke

Kim és mtsai. (2004) a zsírsav-összetétel változását vizsgálták csíráztatás hatására. Megállapították, hogy a legtöbb csíraban legnagyobb mennyiségben jelen levő zsírsav a linolénsav, koncentrációja hét nap alatt 52,1%-ra nőtt, és az összes telítetlen zsírsav mennyisége nagyobb lett, mint 83%, tehát a telítetlenek domináltak a telítettek mellett. Az olajsav mennyisége 36,8%-ot, a linolsav 38,1%-ot, a linolénsav pedig 2,7%-ot tett ki az eredeti magban. A csíráztatás során a telített zsírsavak koncentrációja rohamos mértékben csökkent, és a mirisztinsav, valamint a sztearinsav egy nap alatti csíráztatás során eltűnt a mintából. A telítetlen zsírsavak közül az olajsav fokozottan csökkent, a linolsav és a linolénsav pedig nőtt a csíráztatás során. Ez azért nagyon jelentős, mert a linolsav, a linolénsav és az arachidonsav esszenciális az emberi szervezet számára. A linolsav képes a bioaktív vegyületek szállítására, és át tud alakulni arachidonsavvá, amelyből hormonszerű vegyületek képződnek. Összefoglalva megállapították, hogy a hajdina zsírsavai döntő többségét a telítetlenek teszik ki, melyek közül a linolsav fordul elő legnagyobb mennyiségben.

Tokiko és Koji (2006) különböző csírák zsírtartalmát és zsírsav-összetételét vizsgálva megállapították, hogy a zsírtartalom 0,4 és 1,6% között volt. A zsírsav-tartalom vizsgálata során megállapították, hogy a legnagyobb koncentrációban jelen levő zsírsav a linolénsav volt; 23% a hajdina esetében, 48% a szójában, 47,7% a lóherében és 40,6% a borsóban.

Étkezési csírák szénhidrát-tartalma

Nodaa és mtsai. (2004) búzacsíra részlegesen lebontott keményítőjének fizikai és kémiai tulajdonságait vizsgálták. A csíraban lévő α -amiláz részlegesen lebontja a keményítőt, ezért a vizsgálatok az így károsodott keményítő fizikai-kémiai tulajdonságainak megállapítására irányultak. A duzzadóképeséget és a viszkozitást meghatározva megállapították, hogy az jelentős mértékben csökkent, a keményítő emészthetősége viszont a glükó-amiláz tevékenysége folytán növekedett, ami a rendkívül késői betakarítás következtében állt be. Vannak olyan fajták is, amelyek nem érzékenyek különösebben a csírázásra, és nem mutattak változást még a rendkívül késői betakarításkor sem. Bizonyos búzafajtáknál rendkívül késői betakarítás nem okozott szignifikáns változást az amiláztartalomban, az átlagos szemcseméretben, a hővel szembeni viselkedésben és az amilopektin láncok hosszában. Elektronmikroszkóppal azonban megállapították, hogy a késői betakarítás kisméretű és porózus keményítőszemcséket eredményezhet.

A kitozánt (2-amino-2-dezoxi-D-glükóz polimere) természetes élelmiszer kiegészítőnek fogadják el, amely különféle olyan magvak növekedését és hozamát növeli, mint amilyenek a szójabab, a burgonya, a paradicsom, a káposzta, javítja a zöldségek minőségét és növeli a gyümölcsök betakarítás utáni élettartamát (*Kim*, 1998). A szójabab magvakat a csíráztatás előtt olyan kitozán-oldattal nedvesítve, melyben a kitozán molekulatömege 1000-nél nagyobb, mindenféle mellékhatás nélkül javítja a szójabab

csírák produktivitását. A különböző hígítási hatásoknak, másrészt a molekulatömegnek betudhatóan némileg csökkent a C-vitamin-tartalom (Lee és mtsai., 2005).

Az étkezési csírák lipoxigenáz, fitinsav és tripszininhibitor-aktivitásának változása

Frias és mtsai. (2005b) négy, káposztafélék családjába tartozó, magvat csíráztattak (törperetek, retek, fehér mustár és repce) azért, hogy tanulmányozzák az inozitol-hexafoszfát jelenlétét, és a tripszininhibitor-aktivitásának változását. Megállapították, hogy a fitinsav-tartalom csökkenése szoros összefüggésben van a csíráztatási idővel. Négy napos csíráztatás után a fitinsav-tartalom a négy elemzettből három mintában 50%-kal alacsonyabb volt. Erős csökkenés figyelhető meg a fitinsav-tartalomban a hőkezelés hatására (pasztörözés és sterilizálás) mind a retek-, mind a repcecsíránál. Hőkezelés hatására csökkent az inozitol-hexa-foszfát mennyisége, mely penta-, tetra-, és trifoszfáttá alakult át.

A tripszininhibitor-tartalmat a retek- és a repcecsírák esetében csak a hőkezelés csökkentette jelentősebb mértékben. A szójabab csírák táplálkozási értéke a csíráztatás alatt változik; növekszik a szabadaminosav-tartalom és kb. 200-szorosára a nem csíráztatott maghoz képest a C-vitamin-tartalom, ezzel szemben csökken a fitinsav-tartalom, valamint a tripszininhibitor-aktivitás (*Kim és mtsai.*, 1993).

Egy tanulmányban az afrikai köles fitát és fenolos komponenseit, a pH-t, a viszkozitást, a Fe és a Zn *in vitro* oldhatóságát, és ezek változását vizsgálták a duzzasztás, csíráztatás és a fermentáció során. A csíráztatást fermentációval kombinálva javasolják a fejlődő országoknak, különösen gyermekek ételmezésére (*Kayodé és mtsai.*, 2006).

Kumar és mtsai. (2006) a lipoxigenáz izoenzimiek és a tripszininhibitor-aktivitás változását vizsgálták a szójabab csíráztatása során különböző hőmérsékletek alkalmazásával. Két fajta szójababot inkubáltak 144 órán át, 25 és 30 °C-on egy csíráztató berendezésben, és meghatározták a lipoxigenáz izoenzimiek és a tripszininhibitor aktivitását a csíráztatás minden 24 órájában. A lipoxigenáz 1 valamint a lipoxigenáz 2 és 3 fokozatosan csökkent a 144 óra alatt, és a csökkenés sebessége mindkét lipoxigenáz osztályban, mindkét szójafajtánál 35 °C-on volt a gyorsabb. A tripszininhibitor szintén fokozatosan csökkent a csíráztatás alatt, de a csökkenés sebessége nagyobb volt magasabb hőmérsékleten. Poliakrilamid gélelektroforézissel elemezve a csírák fehérjetartalmát megállapították, hogy az eredeti Kunitz-inhibitor folyamatosan csökkent mindkét hőmérsékleten, mindkét genotípusnál a csíráztatás folyamán, azonban egy új tripszininhibitor volt kimutatható 48 óra alatt 35 °C-nál. A módosított Kunitz-inhibitor korai megjelenése 35 °C-on a 25 °C-hoz viszonyítva megerősíti azt az elképzelést, hogy magasabb hőmérsékleten a Kunitz-inhibitor elbomlása gyorsabban következik be.

Az étkezési csírák antioxidáns-, polifenol- és C-vitamin-tartalma

A giberénsavnak és az indol-3-ecetsavnak pozitív hatása van a C-vitamin bioszintézisére, ezért a szójabab csíráztatása során nő a csíra C-vitamin-tartalma (*Kim*, 1988). A gyenge megvilágítás hatását az aszkorbinsav-tartalomra és a szójabab csírák növekedésére szintén vizsgálták, melynek során a 12 óra ultraibolya és a 12 óra vörös fényel történő megvilágítás növelte a szójabab csírák fitokémiai minőségét (*Xu és mtsai.*, 2005).

A két, három, négy, öt, hat és kilenc napos csíráztatás alatt a farkasbab csírák táplálkozási értéke a C-vitamin- és a polifenoltartalom növekedésének köszönhetően szignifikánsan nőtt, miközben az olyan antinutritív anyagok mennyisége, mint a tripszininhibitor és a fitinsav csökkent. A farkasbab csíráztatása ezért tehát jó

módszernek látszik az antioxidáns kapacitás növelése szempontjából (*Fernández-Orozco és mtsai.*, 2006).

A C-vitamin antioxidánsként, sejtjelző modulátorként vesz részt a növények fiziológiai folyamataiban, beleértve a sejtfal bioszintézisét is. Segíti a fitohormon szintézist, a stressz rezisztencia kialakítását, a sejtosztódást és a növekedést (*Wolucka és mtsai.*, 2005).

Gill és mtsai. (2004) kísérleteikben káposztafélék és hüvelyesek csíráiból készült extraktumot vizsgálva tíz férfi és tíz nő 113 g káposztafélé és hüvelyes csírát fogyasztott 14 napon keresztül. A csírák hatását a DNS károsodás, a glutation-S-transzferáz, a glutation-peroxidáz és a szuperoxid-dizmutáz detoxifikáló enzimek aktivitásának változása, az antioxidáns státusz meghatározása, a plazma Fe-redukálóképessége alapján, valamint a plazma antioxidáns- és vérszír-tartalma, és a plazma lutein- és likopintartalma alapján vizsgálták. Szignifikáns antigenotokikus hatás mutatkozott a hidrogén-peroxid által indukált DNS-károsodás esetében a perifériás vérlimfocitáknál azon személyeknél, akik fogyasztották a csírákat a kontroll diétán lévő személyekkel szemben. Nem találtak szignifikáns változásokat a detoxifikáló enzimek esetében sem a plazma antioxidáns szintjét, sem annak aktivitását mérve. Az eredmények megerősítik, hogy a káposztafélék fogyasztása a DNS csekélyebb károsodása révén összefüggésben van a rák kisebb kockázatával.

Doblado és mtsai. (2007) a nyers és csíráztatott lóbab C-vitamin-tartalmának és antioxidáns kapacitásának alakulását vizsgálva 300, 400 és 500 MPa nyomást alkalmaztak 15 percen keresztül, szobahőmérsékleten. A nyers magvakban C-vitamin-tartalmat nem tudtak kimutatni, a lóbab-csírák viszont jelentős mennyiségű C-vitamint tartalmaztak. Az antioxidáns kapacitás a csíráztatott magvakban mintegy 58–67%-kal nőtt. A magas nyomású kezelés némileg módosította a C-vitamin-tartalmat és az antioxidáns kapacitást is, és 500 MPa nyomás után a csökkenés már jelentős volt. Bár a csírák nagy nyomáson történő kezelése magas (15–17 mg/100 g) C-vitamin-tartalmat eredményezett, és az antioxidáns kapacitás is mintegy 26–59%-kal magasabb volt, mint a nem csíráztatott lóbabnál, a magas nyomású kezelésnek csak csekély hatása volt a frissen fogyasztott csírák minőségére.

Hsu és mtsai. (2008) a hajdinacsíra antioxidáns aktivitásának javítását tanulmányozták nyomelemeket tartalmazó víz segítségével. 100–500 mg/kg nyomelem-tartalmú vizet használtak annak kiderítésére, hogy a nyomelemeknek van-e valamilyen kedvező hatása az antioxidáns aktivitás növelésére. 300 mg/kg nyomelem-tartalmú víz szignifikánsan megnövelte a csírák Cu-, Zn- és Fe-tartalmát, de nem volt hatással azok Se- és Mn-tartalmára. A csírák rutin-, kvercitrin- és kvercetin-tartalma nem különbözött attól függően, hogy a csíráztatást mikroelem-tartalmú, vagy ionmentes vízben végezték. A hajdinacsíra etanolos extrakciója, 300 mg/kg-os nyomelem-tartalmú vízben csíráztatva, magasabb gyökfogó aktivitást mutatott, magasabb volt a vasionkeláktívitás, és a szuperion anion gyökbefogó-aktivitás és a lipid peroxidációt megelőző inhibitor aktivitás is. A nyomelem-tartalmú vízben előállított csírák kivonata ugyancsak megnövelte az intracelluláris szuperoxid dizmutáz aktivitást, ami alacsonyabb szintű aktív oxigént tartalmazó vegyületeket eredményezett a vizsgált emberi sejtekben.

Fernandez-Orozco és mtsai. (2008) a mungóbab és két szójafajta antioxidáns kapacitásának alakulását vizsgálták a csíráztatás során. A mungóbabot 2, 3, 4, 5 és 7 napig, a szójababot a jutra fajtánál 2, 3, 4 napig, a merit fajtánál pedig 2, 3, 4, 5 és 6 napig csíráztatták. Vizsgálataik szerint az alkalmazott hüvelyesek és a csíráztatási körülmények függvényében változott a C- és E-vitamin-tartalom, valamint a redukált glutation aktivitás. A mungóbab- és a szójacsírák sokkal több fenolos komponენტ

tartalmazott, mint az eredeti nyers bab. A szuperoxid-dizmutáz-aktivitás a mungóbabnál hét nap alatt 308%-ra nőtt, a jutra fajtánál nem volt, míg a merid fajtánál egy 20%-os növekedés volt megfigyelhető a csíráztatás ötödik és hatodik napja között. A peroxid gyökfogó és az antioxidáns kapacitás mintegy 28–70%-kal, illetve 11–14%-kal nőtt a szójabab esetében, mely értéke a mungóbabnál a csíráztatás végén 248 és 61% volt. A lipid peroxidáz inhibíciója a csíráztatás ötödik-hetedik napja között a mungóbabnál 359%-kal, a merid szójánál 67%-kal nőtt, míg a jutra fajtánál gyakorlatilag nem változott. Megállapítják, hogy a mungóbab és a szójabab csíráztatása jó technológia arra, hogy nagyobb antioxidáns kapacitással funkcionális élelmiszert állítsanak elő.

Amici és mtsai. (2008) a búzacsírával végzett kísérleteik során megállapították, hogy az nagy mennyiségben tartalmaz szerves foszfátokat, és erőteljes keveréke az olyan molekuláknak, mint az enzimek, redukáló glikozidok és polifenolok. A búzacsíra antioxidáns vegyületei képesek megvédeni a dezoxiribonukleinsavat a szabad gyökök okozta oxidatív károsodástól. Beszámoltak arról, hogy a polifenolok, mint amilyen például az epigallocatechin-3-gallát, antioxidáns és proteáz hatást fejt ki a rákos sejtekben. Vizsgálataik során a búzacsíra extraktumából öt különböző fenolszármazékot tudtak beazonosítani, melyek a következők voltak: galluszsav, epigallocatechin-3-gallát, epigallocatechin, epikatechin és katechin. Megállapították, hogy a búzacsíra extraktum csökkentette a rákos sejtek szaporodását, és megnövelte az intracelluláris oxidatív fehérjék mennyiségét.

Randhir és mtsai. (2008) az autoklávval végzett hőkezelés hatását vizsgálták az összes fenoltartalomra és az antioxidáns aktivitásra, az árpa-, a hajdina-, a búza-, a zabcsírák, valamint a csíranövények esetében. Az α -amiláz és az α -glükozidáz inhibíciót és a levo-dihidroxi-fenilalanin-tartalmat, valamint a magas vérnyomással kapcsolatos angiotenzin enzim inhibíciót és a gyomorfekéllyel kapcsolatos inhibíciót értékelték *in vitro* körülmények között. Hőkezelés hatására általánosságban megnőtt az összes fenoltartalom és a szabadgyökök befogásával kapcsolatos antioxidáns aktivitás. Nőtt az α -amiláz-inhibitor aktivitása a hajdina és a zab esetében, ezzel szemben csökkent az árpa- valamint a kukoricacsírájánál és csíranövényénél. Nőtt a glükozidáz inhibitor aktivitás a búzában, a hajdinában és a zabban, de csökkent a kukorica csírában. Az összes vizsgált csíra és csíranövényben csökkent a levo-dihidroxi-fenilalanin-tartalom. Nőtt az angiotenzin enzimaktivitás a hajdinánál és a zabnál, ezzel szemben csökkent a búza- és a kukoricacsírában. Az összes csíra és csíranövény növelte a gyomorfekéllyel kapcsolatos inhibitoraktivitást. Ezekből a változásokból arra lehet következtetni, hogy hőkezelés hatására megváltoznak a fenolos vegyületek, változik a fenolos oxidáció, illetve polimerizáció, ezért aztán azoknál az ételeknél, amelyet a krónikus betegségek kezelésére használnak, hőkezeléssel kapcsolatos módosításokra van szükség a biológiaiilag aktív komponensek kialakítása érdekében.

Lopez-Amoros és mtsai. (2006) hüvelyes csírák fenolos komponenseit és antioxidáns aktivitását tanulmányozva vizsgálták a különböző csíráztatási feltételek hatását a bab, a lencse, a borsó esetében olyan bioaktív komponensekre, mint a flavonoid és a nem flavonoid fenolos vegyületek, és emellett elemezték a minták szabad gyökfogó kapacitását is. Az elemzett hüvelyesek különböző mennyiségben tartalmazták a hidroxibenzooesavakat és aldehideket, a hidroxifahéjsavat és annak származékait, a flavonoglükozidokat és a flavon-3-olokat, valamint a procianidineket. Megállapították, hogy a hüvelyeseknél a csíráztatás módosítja a fenolos komponensek minőségét és mennyiségét, a bekövetkező változások függenek magától a hüveljestől és a csíráztatási feltételektől. A változások befolyásolják a hüvelyesek funkcionális tulajdonságait, ennek következtében az antioxidáns aktivitást. A babok és a borsók antioxidáns aktivitása a csírázás alatt rendkívüli mértékben megnőtt, a lencse viszont csökkenést mutatott.

Étkezési csírák B-vitamin-tartalma

Sato és mtsai. (2004) a japán retek B₁₂-vitamin-tartalmát vizsgálva arra keresték a választ, hogy hogyan tudja azt a B₁₂-vitamin-tartalmú oldatból felvenni és sejtjeibe beépíteni. Megállapították, hogy a japán retek nyers csírájának B₁₂-vitamin-tartalma 1,5 µg/g-ig növekedhet, amikor 0–200 µg/ml B₁₂-vitamin-tartalmú oldatot használtak a csíráztatás során. A B₁₂-vitamin-tartalmat hőkezelés hatására gyorsan ki lehet vonni a mintából a kontrollhoz hasonlítva, melynél hőkezelést nem alkalmaztak.

Étkezési csírák ösztrogéntartalma

Az ösztrogén aktivitású növényi komponensek (daidzein, genistein, kumosztról, formononetin és biokanin) szerepet játszhatnak a rákmegelőzésben, a menopauza szimptomáinak javításában és más egészségvédő hatásuk is lehet. Az izoflavon és kumesztán fitoösztrogének legfontosabb forrása a csírák és a hüvelyesek (*Reinli és Block*, 1996). Kísérleteket végezve ausztráliai posztmenopauzális nőkkel, akik hagyományos élelmiszereket fogyasztottak lenmaggal, szójaliszttel és lucernacsírával, arra a következtetésre jutottak, hogy összefüggés van a gyenge ösztrogéntartalmú élelmiszerek fogyasztása és a hormonfüggő rák kialakulása között (*Morton és mtsai.*, 1994).

Étkezési csírák rezveratrol-tartalma

A rezveratrol egy azon fitoalexinek közül, amelyeket széleskörűen vizsgáltak, és amelyet potenciális bioaktív fitokemikáliának tartanak a szív-érrendszeri betegségek, a gyulladások, a korosodás és a rák kemoprevenációjában (*Alarcón és Villegas*, 2005; *Vitaglione és mtsai.*, 2005; *González-Barrio és mtsai.*, 2006; *Valenzano és Cellerino*, 2006). Három földimogyoró fajtát csíráztatva 9 napig, 25 °C-on, 95%-os páratartalom mellett a rezveratrol-tartalom szignifikánsan megnőtt. Szignifikánsan megnőtt ezen túl a csíra szacharóz-, glükóz- és teljes szabadaminosav-tartalma. Javította a csírák ízét és zamátát, ezért a földimogyoró csírákat funkcionális zöldségeknek lehet tekinteni (*Wang és mtsai.*, 2005).

King és mtsai. (2006) kutatásaik során kimutatták a rezveratrol egészség megőrzésére gyakorolt pozitív hatását. Ennek ellenére további információk szükségesek a rezveratrol felhasználhatóságát, metabolizmusát és a sejtben kifejtett hatását illetően (*Wang és mtsai.*, 2005; *King és mtsai.*, 2006).

Étkezési csírák makro- és mikroelem-tartalmának hasznosulása különös tekintettel a szelénre

A borsó élelmezési jelentősége a magas fehérjetartalomnak, az összetett szénhidrátoknak, a vitaminoknak, az ásványi anyagoknak, az étkezési rostnak és az anti-oxidánsoknak köszönhető (*Ho és mtsai.*, 2006). A csíráztatást megelőző áztatás a Mg- és Zn-vesztéséért felelős, mely elemek folyamatosan távoznak a magból a csíráztatás során. A fény hiánya vagy jelenléte a négynapos borsócsírában a csíráztatás alatt nem befolyásolta a Zn- és Mg-tartalmat, de a két és négy napig történő csíráztatás javította a Zn és a Mg biológiai felhasználhatóságát (*Urbano és mtsai.*, 2006).

A csíráztatás során a fejlődő növényi szervezet megfelelően előkészített táptalajból különféle makro- és mikroelemeket tud dúsítani szöveteiben. Magyarország és Románia lakosságának egy része szelénhiányos területen termesztett búzából készült kenyeret fogyaszt, melynek következtében a népesség jó részének szelénellátottsága nem megfelelő. A csíranövények előállításával a cél annak vizsgálata is, hogy hogyan lehet a csíranövény szeléntartalmát megnövelni. Megnövelt szeléntartalmú növényeket csak magas szeléntartalmú talajon természetve lehet előállítani. A talaj szeléntartalmának növelésére

szenenit illetve szelenátot használnak, melyek környezeti szennyezést okozhatnak. Legjobbnek tűnik ezért ezeket a magas szeléntartalmú növényeket zárt rendszerben termesztetni, melyre kiváló az a megközelítés, amit a japán kutatók csírák esetében alkalmaztak (*Sugihara és mtsai.*, 2004; *Yoshida és mtsai.*, 2007a; 2007b; *Hama és mtsai.*, 2008; *Li és mtsai.*, 2008). Zárt rendszerben megnövelt szeléntartalmú csírákat termesztési relatíve könnyű, melynek során nem kell környezetvédelmi problémákkal foglalkozni.

Az állati szervezetekben a szelén szeleno-metionin formájában van jelen, melyet a növények szeleno-ciszteinné tudnak alakítani. Ezeket az aminosavakat, valamint ezek monometilezett származékait néhány megnövelt szeléntartalmú zöldségből ki tudták mutatni (*Sugihara és mtsai.*, 2004). Bizonyították ezen zöldségfélék kiváló rákellenes hatását, és azt magasabbnak találták az inorganikus szeleniténél. Ezek az eredmények vezettek bennünket arra, hogy foglalkozni kezdjünk a csírák szeléntartalmának megnövelésével, remélve, hogy ezzel hozzájárulhatunk a lakossága optimális szelénellátottságához.

A szelén kiegészítés szeleno-metil-szeleno-cisztein (Se-MSc) formában nagy tudományos figyelmet kapott, mint kemopreventív vegyület. Az Se-MSc és származékai főként a szelénrel dúsított zöldségekben fordulnak elő. A szelénben dús brokkoli csírák szignifikánsan csökkentették az abnormális vastagbéli hámkítüremkedések gyakoriságát patkányokban, amikor a takarmány 2 µg/g szelént tartalmazott (*Finley és mtsai.*, 2005), ami jól demonstrálja a brokkoli és a brokkoli csírák védő hatását a bélrák ellenében. A Se-metionin mellett a Se-metil-szeleno-ciszteint és a szeleno-2-propenil-szeleno-ciszteint is kimutattak lucernacsírákból (*Gergely és mtsai.*, 2006).

Sugihara és mtsai. (2004) speciális japán retek magokat csíráztattak magas szeléntartalmú talajon, melynek során azt tapasztalták, hogy 5–10 µg Se/ml szelenit oldat növekedésgátlóként hatott. A csírák által felvett szelénnek legnagyobb része (69–98%-a) 0,2 M HCl-oldattal extrahálható volt, és nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiai analízissel bizonyították, hogy a legfőbb szelénkomponens a szeleno-metil-szeleno-cisztein. A nagy szeléntartalmú csírákból ezen túl még szeleno-metionint, nem hasznosuló szelenitet, γ-glutamil-Se-metil-szeleno-ciszteint és egy ismeretlen szeléntartalmú komponenst tudtak kimutatni. Mivel a monometilált szeleno-aminosavakról rákellenes hatást állapítottak meg, ezért úgy gondolják, hogy a szelénben dúsított csírák hasznosak lesznek a rák megelőzésében.

Yoshida és mtsai. (2007a) a szelénben dúsított retekcsíra hasznosíthatóságát vizsgálták, illetve mérték azt, hogy a szelén hogyan befolyásolja a glutation peroxidáz aktivitását. Hím patkányoknál 1,2-dimetil-hidrazinnal váltottak ki béltumort, és értékelték a hasznosult szelén antikarcinogén aktivitását. Megállapították, hogy a szelén-kiegészítés, a dózistól függetlenül megnövelte a szérum és a máj szelénkoncentrációját és glutation peroxidáz aktivitását, melynek során a szelenit-kiegészítést kapó csoportok nagyobb értéket produkáltak, mintha ugyanazt a szelént csírával vitték volna be. A szelén hasznosíthatósága a csírában 33 illetve 65% között mozgott. A szelén mennyiségét 2 µg/g-ra megemelve mind a szelenit forma, mind a retekcsírával bevitt szelén gátolta a tumor sejtek fejlődését. Ezek az eredmények azt jelzik, hogy a retekcsíra formájában bevitt szeléntartalom ugyan alacsonyabb táplálkozásbiológiai értékű, de lényegesen nagyobb antitumor aktivitással bír, mint a szelenit.

Yoshida és mtsai. (2007a,b) a szelénben dúsított tök és a szelénben dúsított retekcsíra szeléntartalmának hasznosíthatóságát vizsgálták him egerekkel, melyeket *Torula* élesztő alapú szelénhiányos diétán tartottak. Három hetes táplálás után az egereket a szelén-kiegészítés alapján hét csoportra osztották, melyek közül egyesek az alap diétát fogyasztották, a többiek pedig 0,05 és 0,25 µg/g szelén-kiegészítést kaptak Na-szenenit formájában, szelénben dúsított tök formájában, illetve szelénben dúsított retekcsíra formájában még egy hétig. A kiegészítés a szeléntartalom függvényében megnövelte a

vércszérum és a máj szeléntartalmát és a glutation peroxidáz aktivitását. Ami a szérum szelén illetve glutation peroxidáz aktivitását illeti azt a szelén-kiegészítés nem befolyásolta szignifikánsan a szelénforrás függvényében, a májnál viszont mind a szeléntartalmat, mind a glutation peroxidáz aktivitását a Na-szelenit adagolás szignifikánsan növelte, a szelénnel dúsított tök vagy szelénvel dúsított retekcsírához képest. A szelénese tök és a szelénese csíra között is volt különbség a máj szeléntartalmának növekedését illetően, ugyanis a szelénese tök kiegészítés szignifikánsan nagyobb mértékben növelte a máj szeléntartalmát, mint a szelénese csíra. A máj vizsgálatából leszűrtek azt a következtetést, hogy a szelénese tökből és a retekcsírából a szelén 97%-ban hasznosul, a szelenit esetében a hasznosulás pedig csak 65%-os. Amikor azonban a glutation peroxidáz alapon vizsgálták a szelénhasznosulást akkor azt tapasztalták, hogy a Na-szelenithez képest mind a szelénese tökből, mind a szelénvel dúsított retekcsírából csak 50%-os volt a hasznosulás.

Hama és mtsai. (2008) a szelénben dúsított japán retek hatását vizsgálták a glutation peroxidáz és a glutation-S-transzferáz aktivitására patkányoknál. Vizsgálataik szerint a szelénben dúsított japán retekcsíra, melynek összes szeléntartalmának 80%-át a szeleno-metil-szeleno-ciszteint tette ki, gátolta az emlőtumor kialakulását, melyet 7,12-dimetil-benz(a)antracénnel váltottak ki patkányok esetében. A szelénben dúsított japán retekcsíra oxidatív stresszre gyakorolt hatását vizsgálva 344 nőtényi patkányt vontak be a kísérletekbe, melynek során a szelénben dúsított csírával 0; 2,4; 5,0; 8,8 és 12,5 mg/kg szelénmennyiséget etettek három héten keresztül, melyet a kereskedelmi forgalomban kapható patkánytáphoz keverték. Mérték a patkányok májának, veséjének és tüdejének glutation peroxidáz és glutation-S-transzferáz aktivitását. A legnagyobb szeléntartalmú dózis etetésekor (12,5 mg/kg) a vér szeléntartalma volt a legnagyobb, melyet követett a máj, és legkisebb volt a tüdő. A 12,5 mg/kg szeléndiéta csökkentette a testtömeg növekedését, ezzel szemben növelte a máj tömegét.

Li és mtsai. (2008) humán hepatocitákban elemezték a brokkoli csíra kivonat és a szelén szinergizmusát a tioredoxin-reduktáz aktivitásának vizsgálata során. Az élelmiszerekben lévő izotiocianátok szabályozó hatással vannak az emberi sejtkultúrák tioredoxin-reduktáz aktivitására. A szulforafán és a szelén közti szinergizmus indukálja a tioredoxin-reduktáz aktivitást, mind a transzkripció, mind a transláció módosításával. A szulforafán, az erucin és az ibarin szabályozza a tioredoxin-reduktáz expresszióját a humán sejtekben, mind a fehérje, mind a mRNS szintjén. Tanulmányozták a brokkoli extraktum hatását a pusztulóban lévő hepatocitákra, mely gazdag izotiocianátban, szulforafánban, iberinben, és a szelént szinergikusan indukálja. A brokkoli csíra extraktum izotiocianát-tartalma 1,6; 4 és 8 μmol volt, amelyeket a fehérjeszintézis során a mRNS indukcióval teszteltek. A brokkoli csíra indukciója 1,7–2,2-szerese volt a kontrollénak, 0,2–1 μmol szelénvel történő közös kezelés hatására viszont az expresszió 3,0–3,3-szorosára nőtt. Ezen túl a brokkoli csíra extraktum serkentette a celluláris enzimek aktivitását, mely indukció összefüggésben volt a szelén adagolásával. E tények ismeretében állítható, hogy 8 μmol izotiocianát-tartalmú brokkoli csíra extraktum és a szelénadagolás a sejtekben lévő enzimek mennyiségét és aktivitását 3,7–5-szörösére növelte. A szelén vagy a brokkoli csíra kivonat egyedül mintegy kétszeres növekedést eredményezett e téren. Ezek az adatok azt sugallják, hogy a brokkoli csíra a benne lévő izotiocianátok és a szelén közötti fiziológiailag megfelelő koncentrációk alkalmazásával, fontos szerepet tölthet be az oxidatív stressz elleni védekezésben.

Étkezési csírák mikrobiológiai biztonsága

Több tanulmány foglalkozott az élelmi csírák élelmiszer-biztonságával, különösen a mikrobiológiai minőségre koncentráva, de vizsgálták a fizikai és kémiai tulajdonságait és a szennyező anyagokat is (*Thomas és mtsai.*, 2003; *Gabriel*, 2005). Megállapították,

hogy érzékszervi vizsgálatokat kell végezni annak érdekében, hogy megbecsüljék az előcsíráztatási műveletek hatékonyságát a patogén csírák inaktivitása szempontjából is (Gabriel, 2005; Fahey és mtsai., 2006).

Penas és mtsai. (2008) a búza és a mungóbab, valamint a lucerna csíráinak mikrobiológiai biztonságát vizsgálták magas nyomáson végzett kezelés hatására. Különböző idő, nyomás és hőmérséklet kombinációkkal vizsgálták a mungóbab és a lucernamagok csírázó kapacitását, valamint a natív mikrobiológiai állapot javulását. A mungóbab esetében a csírázási kapacitást nem befolyásolta a növekvő hőmérséklet és a 250 MPa-ig terjedő nyomás. Amikor a hőmérséklet 10-ről 40 °C-ra nőtt, az pozitív hatással volt a lucernacsírák életképességére, amit viszont csökkentett a nyomás, amikor azt 100-ról 400 MPa-ra növelték. Csökkent az aerob mezofil és a fekális kolifor baktériumok, valamint az élesztő és penész populáció száma, amikor megnövelték a nyomást és a hőmérsékletet. Megállapították, hogy az optimális kezelési feltételek anélkül, hogy a csírázási kapacitás hiányt szenvedne, 48 °C és 100 MPa a lucerna, és 250 MPa a mungóbab esetében.

IRODALOM

- AACR. (2005). Broccoli sprouts, cabbage, Ginkgo biloba and garlic: a grocery list for cancer prevention. American Association for Cancer Research. Public & Media: News. <http://www.aacr.org/default.aspx?p=1275&d=553> (Access on June 14, 2006)
- Alarcón de la Lastra, C.A., Villegas, I. (2005). Resveratrol as an anti-inflammatory and anti-aging agent: mechanisms and clinical implications. *Molecular Nutrition and Food Research*. 49. 405-430.
- Ambrosone, C.B., McCann, S.E, Freudenheim, J.L, Marshall, J.R., Zhang, Y., Shields, P.G. (2004). Breast cancer risk in premenopausal women is inversely associated with consumption of broccoli, a source of isothiocyanates, but is not modified by GST genotype. *Journal of Nutrition*. 134. 1134-1138.
- Amici, M., Bonfili, L., Spina, M., Cecarini, V., Calzuola, I., Marsili, V., Angeletti, M., Fioretti, E., Tacconi, R., Gianfranceschi, G.L., Eleuteri, A.M. (2008). Wheat sprout extract induces changes on 20S proteasomes functionality. *Biochimie*. 90. 790-801.
- Barillari, J., Canistro, D., Paolini, M., Ferroni, F., Pedulli, G.F., Iori, P., Valgimigli, L. (2005a). Direct antioxidant activity of purified glucoerucin, the dietary secondary metabolite container in rocket (*Eruca sativa* Mill.) seeds and sprouts. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 53. 2475-2482.
- Barillari, J., Cervellati, R. Paolini, M., Tatibouët, A., Rollin, P., Iori, R. (2005b). Isolation of 4-methylthio-3-butenyl glucosinolate from *Raphanus sativus* sprouts (Kaiware-daikon) and its redox properties. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 53. 9890-9896.
- Bellostas, N., Kachlicki, P., Sørensen, H., Sørensen, J.C. (2007). Glucosinolate profiling of seeds and sprouts of *B. Oleracea* varieties used for food. *Scientia Horticulturae*. 114. 234-242.
- Bennett, R.N., Rosa, E.A.S., Mellon, F.A., Kroon, P.A. (2006). Ontogenic profiling of glucosinolates, flavonoids, and other secondary metabolites in *Eruca sativa* (salad rocket), *Diplotaxis eruroides* (Wall rocket), *Diplotaxis tenuifolia* (wild rocket) and *Bunias orientalis* (Turkish rocket). *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 54. 4005-4015.
- Bennett, R.N., Wallsgrove, R.M. (1994). Secondary metabolites in plant defence mechanisms Tansley. *The New Phytologist*. 127. 617-633.

- Bertelli, D., Plessi, M., Braghiroli, D., Monzani, A. (1998): Separation by solid phase extraction and quantification by reverse phase HPLC of sulforaphane in broccoli. *Food Chemistry*. 63. 417-421.
- Brandt, K., Christensen, L.P., Hansen-Møller, J., Hansen, S.L., Haraldsdottir, J., Jespersen, L., Purup, S., Kharazmi, A., Barkholt, V., Frøkiær, H., Kobæk-Larsen, M. (2004). Health promoting compounds in vegetables and fruits: a systematic approach for identifying plant components with impact on human health. *Trends in Food Science and Technology*. 15. 384-393.
- Clarke, J., Dashwood, R.H., Hoa, E. (2008). Multi-targeted prevention of cancer by sulforaphane. *Cancer Letters*. 269. 2. 291-304.
- Conaway, C.C., Getahun, S.M., Liebes, L.L., Pusateri, D., Botero-Omary, M., Chung, F.L. (2000). Disposition of glucosinolates and sulforaphane in humans after ingestion of steamed and fresh broccoli. *Nutrition and Cancer*. 38. 168-178.
- Doblado, R., Frias, J., Vidal-Valverde, C. (2007). Changes in vitamin C content and antioxidant capacity of raw and germinated cowpea (*Vigna sinensis* var. *carilla*) seeds induced by high pressure treatment. *Food Chemistry*. 101. 918-923.
- Fahey, J.W., Talalay, P. (1999). Antioxidant functions of sulforaphane: a potent inducer of Phase-II detoxication enzymes. *Food Chemical Toxicology*. 37. 973-979.
- Fahey, J.W., Ourisson, P.J., Degan, F.H. (2006). Pathogen detection, testing, and control in fresh broccoli sprouts. *Nutrition Journal*. 5. 13.
<http://www.nutritionj.com/content/5/1/13>
- Fahey, J.W., Zhang, Y., Talalay, P. (1997). Broccoli sprouts: an exceptionally rich source of inducers of enzymes that protect against chemical carcinogens. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 94. 10367-10372.
- Ferlay, J., Bray, F., Pisani, P., Parkin, D. (2004): *GLOBAL CAN: 2002 Cancer Incidence, Mortality and Prevalence Worldwide*. IARC Press, Lyon, France.
- Fernandez-Orozco, R., Frias, J., Zielinski, H., Piskula, M.K., Kozłowska, H., Vidal-Valverde, C. (2008). Kinetic study of the antioxidant compounds and antioxidant capacity during germination of *Vigna radiata* cv. *emerald*, *Glycine max* cv. *Jutro* and *Glycine max* cv. *Merit*. *Food Chemistry*. 111. 622-630.
- Fernández-Orozco, R., Piskula, M.K., Zielinski, H., Kozłowska, H., Frias, J., Vidal-Valverde, C. (2006). Germination as a process to improve the antioxidant capacity of *Lupinus angustifolius* L. var. *Zapaton*. *European Food Research and Technology*. 223. 495-502.
- Finley, J.W. (2005). Proposed criteria for assessing the efficacy of cancer reduction by plant foods enriched in carotenoids, glucosinolates, polyphenols and selenocompounds. *Annals of Botany*. 95. 1075-1096.
- Frias, J., Martinez-Villaluenga, C., Gulewicz, P., Perez-Romero, A., Pilarski, R., Gulewicz, K., Vidal-Valverde, C. (2007). Biogenic amines and HL60 cytotoxicity of alfalfa and fenugreek sprouts. *Food Chemistry*. 105. 959-967.
- Frias, J., Miranda, M.L., Doblado, R., Vidal-Valverde, C. (2005a): Effect of germination and fermentation on the antioxidant vitamin content and antioxidant capacity of *Lupinus albus* L. var. *Multolupa*. *Food Chemistry*. 92. 211-220.
- Frias, J., Zielinski, H., Piskula, M.K., Kozłowska, H., Vidal-Valverde, C. (2005b): Inositol phosphate content and trypsin inhibitor activity in ready-to-eat cruciferous sprouts. *Food Chemistry*. 93. 331-336.
- Gabriel, A.A. (2005). Microbial quality of chlorine soaked mung bean seeds and sprouts. *Food Science and Technology Research*. 11. 95-100.

- Gamet-Payraastre, L. (2006). Signaling pathways and intracellular targets of sulforaphane mediating cell cycle arrest and apoptosis. *Current Cancer Drug Targets*. 6. 135-145.
- Gergely, V., Montes-Bayón, M., Fodor, P., Sanz-Medel, A. (2006). Selenium species in aqueous extracts of alfalfa sprouts by two-dimensional liquid chromatography coupled to inductively coupled plasma mass spectrometry and electrospray mass spectrometry detection. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 54. 13. 4524-4530.
- Gil, V., Macloed, A.J. (1980). Benzylglucosinolate degradation in *Lepidium sativum*: effects of plant age and time of autolysis. *Phytochemistry*. 19. 1365-1368.
- Gill, C.I.R., Haldar, S., Porter, S., Matthews, S., Sullivan, S., Coulter, J., McGlynn, H., Rowland, I. (2004). The effect of cruciferous and leguminous sprouts on genotoxicity, in vitro and in vivo. *Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention*. 13. 1199-1205.
- Glendening, T.M., Poulton, J.E. (1988). Glucosinolate biosynthesis. Sulfation of desulfobenzylglucosinolate by cell-free extracts of cress (*Lepidium sativum* L.) seedlings. *Plant Physiology*. 86. 319-321.
- González-Barrio, R., Beltrán, D., Cantos, E., Gil, M.I., Espin, J.C., Tomás-Barberan, F.A. (2006). Comparison of ozone and UV-C treatments on the postharvest silbenoid monomer, dimer and trimer induction in var. „Superior” white table grapes. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 54. 4222-4228.
- Haddad, P.S., Azar, G.A., Groom, S., Boivin, M. (2005). Natural health products, modulation of immune function and prevention of chronic diseases. *Evidence-Based Research in Complementary and Alternative Medicine*. 2. 512-520.
- Hama, H., Jamanoshita, O., Chiba, M., Takeda, I., Nakajima, T. (2008). Selenium-enriched Japanese radish sprouts influence glutathione peroxidase and glutathione S-transferase in an organ-specific manner in rats. *Journal of Occupational Health*. 50. 147-154.
- Harrison, H.C. (1994). Growing Edible Sprouts at Home (A3385). University of Wisconsin-Extension (UWEX), Cooperative Extension Publications RP-04-94-1.5M-20-MS. Madison, Wisconsin, USA.
- Heaney, R.K., Fenwick, G.R. (1987). In: *Natural Toxicants in Foods: Progress and Prospects*. Ellis Horwood Series in Food Science and Technology. (Ed. Watson, H.) Ellis Horwood, Chichester, UK, 76-109.
- Ho, C.Y., Lin, Y.T., Labbe, R.G., Shetty, K. (2006). Inhibition of *Helicobacter pylori* by phenolic extracts of sprouted peas (*Pisum sativum* L.) *Journal of Food Biochemistry*. 30. 21-34.
- Holst, B., Williamson, G. (2004). A critical review of the bioavailability of glucosinolates and related compounds. *Natural Product Reports*. 21. 425-447.
- Hsu, C.K., Chiang, B.H., Chen, Y.S., Yang, J.H., Liu, C.L. (2008). Improving the antioxidant activity of buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn) sprout with trace element water. *Food Chemistry*. 108. 633-641.
- International Food Information Council Foundation (2006). Functional foods fact sheet: antioxidants. <http://www.ific.org/publications/factsheets/antioxidantfs.cfm>
- Janicki, B., Kupcewicz, B., Napierala, A., Madzielewska, A. (2005). Effect of temperature and light (UV, IR) on flavonol content in radish and alfalfa sprouts. *Folia Biologica*. 53. 121-125.
- Jeffery, E.H., Jarrell, V. (2001). Cruciferous vegetables and cancer prevention. In: *Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods*. (Ed. Wildman REC.) CRC Press: Boca Raton FL, 169-192.

- Kayodé, P.A.P., Nout, M.J.R., Bakker, E.J., Van Boekel, M.A.J.S. (2006). Evaluation of the simultaneous effects of processing parameters on the iron and zinc solubility of infant sorghum porridge by response surface methodology. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 54. 4253-4259.
- Kensler, T.W., Jacobson, L.P., Wiang, J.B., Fahey, J.W., Ye, L., Chen, J.G., Egner, P.A., Stephenson, K.K., Coady, J.L. (2005). Effects of glucosinolate-rich broccoli sprouts on urinary levels of aflatoxin-DNA adducts and phenanthrene tetraols in a randomized clinical trial in He Zuo township, Qidong, People's Republic of China. *Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention*. 14. 2605-2613.
- Kim, E.H., Kim, S.H., Chung, J.I., Chi, H.Y., Kim, J.A., Chung, I.M. (2006). Analysis of phenolic compounds and isoflavones in soybean seeds (*Glycine max* (L.) Merrill) and sprouts grown under different conditions. *European Food Research and Technology*. 222. 201-208.
- Kim, S.J., Zaidul, I.S.M., Maeda, T., Suzuki, T., Hashimoto, N., Takigawa, S., Noda, T., Matsuura-Endo, C., Yamauchi, H. (2007). A time-course study of flavonoids in the sprouts of tartary (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) buckwheats. *Scientia Horticulturae*. 115. 13-18.
- Kim, S.L., Kim, S.K., Park, C.H. (2004). Introduction and nutritional evaluation of buckwheat sprouts as a new vegetable. *Food Research International*. 37. 319-327.
- Kim, S.D., Kim, S.H., Hong, E.H. (1993). Composition of soybean sprout and its nutritional value. *Korean Soybean Sigest*. 10. 1-9.
- Kim, S.K. (1998). Application of chitin and chitosan in agriculture. *Journal of Chitin Chitosan*. 3. 327-342.
- Kim, S.O. (1988). Effect of growth regulators on growth and vitamin C biosynthesis during germination of soybeans. *Journal Korean Society Food and Nutrition*. 17. 115-124.
- King, R.E., Bomser, J.A., Min, D.B. (2006). Bioactivity of resveratrol. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 5. 65-70.
- Kumar, V., Rani, A., Pandey, V., Chauhan, G.S. (2006). Changes in lipoxygenase isozymes and trypsin inhibitor activity in soybean during germination at different temperatures. *Food Chemistry*. 99. 563-566.
- Kuo, Y.H., Rozan, P., Lambein, F., Frias, J., Vidal-Valverde, C. (2004). Effects of different germination conditions on the contents of free protein and non-protein amino acids of commercial legumes. *Food Chemistry*. 86. 537-545.
- Lampe, J.W., Peterson, S. (2002). Brassica, biotransformation and cancer risk: genetic polymorphism alter the preventive effects of cruciferous vegetables. *Journal of Nutrition*. 132. 2991-2994.
- Lee, S.O., Lee, I.S. (2006). Induction of quinone reductase, the phase 2 anticarcinogenic marker enzyme, cells by radish sprouts, *Raphanus sativus* L. *Journal of Food Sciences*. 71. S144-S148.
- Lee, Y.S., Kim, Y.H., Kim, S.B. (2005). Changes in the respiration, growth, and vitamin C content of soybean sprouts in response to chitosan of different molecular weights. *HortScience*. 40. 1333-1335.
- Li, D., Wub, K., Forbes Howie, A., Beckett, G.F., Wang, W., Bao, Y. (2008). Synergy between broccoli sprout extract and selenium in the upregulation of thioredoxin reductase in human hepatocytes. *Food Chemistry*. 110. 193-198.
- Liang, H., Yuan, Q., Xiao, Q. (2005). Purification of sulforaphane from *Brassica oleracea* seed meal using low-pressure column chromatography. *Journal of Chromatography*. 828. 91-96.

- Liang, Y.S., Kim, H.K., Lefeber, A.W.M., Erkelens, C., Choi, Y.H., Verpoorte, R. (2006). Identification of phenylpropanoids in methyl jasmonate treated *Brassica rapa* leaves using two-dimensional nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Journal of Chromatography*. 1112. 148-155.
- Linnemann, A.R., Benner, M., Verkerk, R., van Boekel, M.A.J.S. (2006). Consumer-driven food product development. *Trends in Food Science and Technology*. 17. 184-190.
- Lintschinger, J., Fuchs, N., Moser, H., Jager, R., Hlebeina, T., Markolion, G., Gössler, W. (1997). Uptake of various trace elements during germination of wheat, buckwheat and quinoa. *Plant Foods for Human Nutrition*. 50. 223-237.
- Lopez-Amoros, M.L., Hernandez, T., Estrella, I. (2006). Effect of germination on legume phenolic compounds and their antioxidant activity. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19. 277-283.
- Martínez-Sánchez, A., Allende, A., Bennett, R.N., Ferreres, F., Gil, M.I. (2006). Microbial, nutritional and sensory quality of Rocket leaves as affected by different sanitizers. *Postharvest Biology and Technology*. 42. 1. 86-97.
- Martinez-Villaluenga, C., Frias, J., Gulewicz, P., Gulewisz, K., Vidal-Valverde, C. (2008). Food safety evaluation of broccoli and radish sprouts. *Food and Chemical Toxicology*. 46. 1635-1644.
- Mbithi-Mwikya, S., Van Camp, J., Yiru, Y., Huyghebaert, A. (2000). Nutrient and antinutrient changes in finger millet (*Eleusine coracana*) during sprouting. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 33. 9-14.
- Moreno, D.A., Carvajal, M., López-Berenguer, C., García-Viguera, C. (2006). Chemical and biological characterization of nutraceutical compounds of broccoli. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 41. 1508-1522.
- Morton, M.S., Griffiths, K., Wilcox, G., Wahlqvist, M.L. (1994). Determination of lignans and isoflavonoids in human female plasma following dietary supplementation. *Journal of Endocrinology*. 142. 251-259.
- Munday, R., Munday, C.M. (2002). Selective induction of phase II enzymes in the urinary bladder of rats by allyl isothiocyanate, a compound derived from *Brassica* vegetables. *Nutrition and Cancer*. 44. 52-59.
- Murashima, M., Watanabe, S., Zhuo, X.G., Uehara, M., Kurashige, A. (2004). Phase I study of multiple biomarkers for metabolism and oxidative stress alter one-week intake of broccoli sprouts. *BioFactors*. 22. 271-275.
- Murillo, G., Mehta, R.G. (2001). Cruciferous vegetables and cancer prevention. *Nutrition and Cancer*. 41. 17-28.
- Nakagawa, K., Umeda, T., Higuchi, O., Tsuzuki, T., Miyazawa, T. (2006).: Evaporative light-scattering analysis of sulforaphane in broccoli samples: quality of broccoli products regarding sulforaphane contents. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 54. 2479-2483.
- Nodaa, T., Takigawaa, S., Matsuura-Endoa, C., Saitoa, K., Takataa, K., Tabikia, T., Wickramasingheb, T.A.M. (2004). The physicochemical properties of partially digested starch from sprouted wheat grain. *Carbohydrate Polymers*. 56. 271-277.
- Nugon-Baudon, L., Szylyt, O., Raibaud, P. (1988). Production of toxic glucosinolate derivatives from rapeseed meal by intestinal microflora of rat and chicken. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 43. 299-308.
- Penas, E., Gomez, R., Frias, H., Vidal-Valverde, C. (2009). Efficacy of combinations of high pressure treatment, temperature and antimicrobial compounds to improve the microbiological quality of alfalfa seeds for sprout production. *Food Control*. 20. 31-39.

- Penas, E., Gomez, R., Frias, J., Vidal-Valverde, C. (2008). Application of high-pressure on alfalfa (*Medicago sativa*) and mung bean (*Vigna radiata*) seeds to enhance the microbiological safety of their sprouts. *Food Control*. 19. 698-705.
- Pereira, F.M.V., Rosa, E., Fahey, J.W., Stephenson, K.K., Carvalho, R., Aires, A. (2002). Influence of temperature and ontogeny on the levels of glucosinolates in broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) sprouts and their effect on the induction of mammalian phase 2 enzymes. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 50. 6239-6244.
- Perez-Balibrea, S., Moreno, D.A., García-Viguera, C. (2006). Determination of the health-promoting compounds of broccoli sprouts grown under two different light conditions: In: *Future Trends in Phytochemistry. A young Scientists Symposium*. Palacký University & Institute of Experimental Botany AS and the Phytochemical Society of Europe (Olomouc, Czech Republic).
- Perocco, P., Bronzetti, G., Canistro, D., Valgimigli, L., Sapone, A., Affatato, A., Pedulli, G.F., Pozzetti, L., Broccoli, M., Iori, R., Barillari, J., Sblendorio, V., Legator, M.S., Paolini, M., Abdel-Rahman, S.Z. (2006). Glucoraphamin, the bioprecursor of the widely extolled chemopreventive agent sulforaphane in humans after ingestion of steamed and fresh broccoli. *Nutrition and Cancer*. 38. 168-178.
- Poulev, A., O'Neal, J.M., Logendra, S., Pouleva, R., Tineva, V., Garvey, A.S., Gleba, D., Jenkins, I.S., Halpern, B.T., Kneer, R., Cragg, G.M., Raskin, I. (2003). Elicitation, a new window into plant chemodiversity and phytochemical drug discovery. *Journal of Medicinal Chemistry*. 46. 2542-2547.
- Randhir, R., Kwon, Y.I., Shetty, K. (2008). Effect of thermal processing on phenolics, antioxidant activity and health-relevant functionality of select grain sprouts and seedlings. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 9. 355-364.
- Reinli, K., Block, G. (1996). Phytoestrogen content of foods – a compendium of literature values. *Nutrition & Cancer* 26. 123-148.
- Rozan, P., Kuo, Y.H., Lambein, F. (2001). Amino acids in seeds and seedlings of the genus *Lens*. *Phytochemistry*. 58. 281-289.
- Sangronis, E., Machado, C.J. (2007). Influence of germination on the nutritional quality of *Phaseolus vulgaris* and *Cajanus cajan*. *LWT*. 40. 116-120.
- Sato, K., Kudo, Y., Muramatsu, K. (2004). Incorporation of a high level of vitamin B12 into a vegetable, kaiwaredaikon (Japanese radish sprout), by the absorption from its seeds. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1672. 135-137.
- Schenker, S. (2002). Facts behind the headlines. Broccoli. *British Nutrition Foundation – Nutrition Bulletin*. 27. 159-160.
- Schneeman, B.O. (2004). Emerging food technology and world health. *Journal of Food Sciences*. 69. C123-C126.
- Shapiro, T.A., Fahey, J.W., Wade, K.L., Stephenson, K.K., Talalay, P. (2001). Chemoprotective glucosinolates and isothiocyanates of broccoli sprouts: metabolism and excretion in humans. *Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention*. 10. 501-508.
- Shetty, K., McCue, P. (2003). Phenolic antioxidant biosynthesis in plants for functional food application: integration of systems biology and biotechnological approaches. *Food Biotechnology*. 17. 67-97.
- Shikita, M., Fahey, J.W., Goleen, T.R., Holtzclaw, W.D., Talalay, P. (1999). An unusual case of 'uncompetitive activation' by ascorbic acid: purification and kinetic properties of a myrosinase from *Raphanus sativus* seedlings. *Biochemical Journal*. 341. 725-732.

- Sripriya, G., Antony, U., Chandra, T.S. (1997). Changes in carbohydrate, free amino acids, organic acids, phytate and HCl extractability of minerals during germination and fermentation of finger millet (*Eleusine coracana*). *Food Chemistry*. 58-4. 3455-3501.
- Sugihara, S., Kondu, M., Chihara, Y., Yuji, M., Hattori, H., Yoshida, M. (2004). Preparation of Selenium-enriched Sprouts and Identification of their Selenium Species by High-performance Liquid Chromatography- Inductively Coupled plasma Mass Spectrometry. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 68. 1. 193-199.
- Sung, H.G., Shin, H.T., Ha, J.K., Lai, H.L., Cheng, K.J., Lee, J.H. (2005). Effect of germination temperature on characteristics of phytase production from barley. *Bioresource Technology*. 96. 1297-1303.
- Takaya, Y., Kondo, Y., Furukawa, T., Niwa, M. (2003). Antioxidant constituents of radish sprout (*Kaiware-daikon*), *Raphanus sativus* L. *Journal Agric. Food Chem.*, 51. 8061-8066.
- Thomas, J.L., Palumbo, M.S., Farrar, J.A., Farver, T.B., Cliver, D.O. (2003). Industry practices and compliance with U.S. Food and Drug Administration Guidelines among California sprout firms. *Journal of Food Protection*. 66. 1253-1259.
- Tokiko, M., Koji, Y. (2006). Proximate composition, fatty acid composition and free amino acid composition of sprouts. *Journal for the Integrated Study of Dietary Habits*. 16. 4. 369-375.
- Ubbink, J., Mezzenga, R. (2006). Delivery of functionality in complex food systems: introduction. *Trends in Food Science and Technology*. 17. 194-195.
- Urbano, G., Aranda, P., Vilchez, A., Aranda, C., Cabrera, L., Porres, J., Lopez-Jurado, M. (2005a). Effects of germination on the composition and nutritive value of proteins in *Pisum Sativum*, L. *Food Chemistry*. 93. 671-679.
- Urbano, G., López-Jurado, M., Frejnagel, S., Gómez-Villalva, E., Porres, J.M., Frías, H., Vidal-Valverde, C., Aranda, P. (2005b). Nutritional assessment of raw and germinated pea (*Pisum sativum* L.) protein and carbohydrate by in vitro and in vivo techniques. *Nutrition*. 21. 230-239.
- Urbano, G., López-Jurado, M., Aranda, C., Vilchez, A., Cabrera, L., Porres, J.M., Aranda, P. (2006). Evaluation of zinc and magnesium bioavailability from pea (*Pisum sativum* L.) sprouts. Effect of illumination and different germination periods. *International Journal of Food Science and Technology*. 41. 618-626.
- Valenzano, D.R., Cellerino, A. (2006). Resveratrol and the pharmacology of aging: a new vertebrate model to validate an old molecule. *Cell Cycle*. 5. 1027-1032.
- Vitaglione, P., Sforza, S., Galaverna, G., Ghidini, C., Caporaso, N., Vescovi, P.P., Fogliano, V., Marchelli, R. (2005). Bioavailability of transresveratrol from red wine in humans. *Molecular Nutrition and Food Research*. 49. 495-504.
- Wanasundara, P.K.J.P.D., Shahidi, F., Brosnan, M.E. (1999). Changes in flax (*Linum usitatissimum*) seed nitrogenous compounds during germination. *Food Chemistry*. 65. 289-295.
- Wang, K.H., Lai, Y.H., Chang, J.C., Ko, T.K., Shyu, S.L., Chiou, R.Y.Y. (2005). Germination of peanut kernels to enhance resveratrol biosynthesis and prepare sprouts as a functional vegetable. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 53. 242-246.
- Webb, G.P. (2006). *Dietary Supplements and Functional Foods*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, 1-120.

- Wolucka, B.A., Goossens, A., Inzé, D. (2005). Methyl jasmonate stimulates the de novo biosynthesis of vitamin C in plant cell suspensions. *Journal of Experimental Botany*. 56. 2527-2538.
- Xu, M.J., Dong, J.F., Zhu, M.Y. (2005). Effects of germination conditions on ascorbic acid level and yield of soybean sprouts. *Journal of the Science of Food Agriculture*. 85. 943-947.
- Ye, L., Dinkova-Kostova, A.T., Wade, K.L., Zhang, Y., Shapiro, T.A., Talalay, P. (2002). Quantitative determination of dithiocarbamates in human plasma, serum erythrocytes and urine: pharmacokinetics of broccoli sprout isothiocyanates in humans. *Clinica Chimica Acta*. 316. 43-53.
- Yoshida, M., Okada, T., Namikawa, Y., Matsuzaki, Y., Nishiyama, T., Fukunaga, K. (2007a). Evaluation of nutritional availability and anti-tumor activity of selenium contained in selenium-enriched kaiware radish sprouts. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 71. 9. 2198-2205.
- Yoshida, M., Sano, K., Ishiyuki, E., Nishiyama, T., Fukunaga, K. (2007b). Assessment of nutritional availability of selenium-enriched pumpkin. *Biomed Res Trace Elements*. 18. 4. 391-394.
- Zhao, J., Davis, L.C., Verpoorte, R. (2005). Elicitor signal transduction leading to production of plant secondary metabolites. *Biotechnology Advances*. 23. 283-333.
- Zielinski, H., Frias, J., Piskula, M.K., Kozłowska, H., Vidal-Valverde, C. (2005). Vitamin B₁ and B₂ dietary fiber and minerals content of Cruciferae sprouts. *European Food Research and Technology*. 221. 78-63.

Levelezési cím (*Corresponding authors*):

Márton Melinda

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai Campus
RO-530104 Csíkszereda, Szabadság tér 1.

*Sapientia Hungarian University of Transsylvania, Csíkszereda Campus
RO-530104 Csíkszereda, Szabadság tér 1.*

Tel.:+40-266-317-121, Fax:+40-266-314-657

e-mail: martonmelinda@sapientia.siculorum.ro



Étkezési csírák biológiai értékének vizsgálata I. Zsírtartalom és zsírsav-összetétel

Márton¹ M., Csapó^{1,2} J.

¹Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, RO-530104 Csíkszereda, Szabadság tér 1.

²Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kémiai-Biokémiai Tanszék, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatásaink során az legismertebb csírák: a búza a lencse, a lucerna, a retek és a napraforgómag zsírsavtartalmát vizsgáltuk a csíráztatási idő függvényében. Megállapítottuk, hogy a csíráztatás folyamán minimális mértékben változik mind a telített, mind a telítetlen zsírsavak mennyisége. Az általunk vizsgált csírák a telítetlen zsírsavak közül jelentős mennyiségben tartalmaztak palmitinsavat, amelynek mennyisége alig változott, a lucernacsíra esetében pedig nőtt a csíráztatás során. A telítetlen zsírsavak közül az általunk vizsgált magok és csírák olajsavból és linolsavból tartalmaztak legtöbbet. Az olajsav-tartalom gyakorlatilag változatlan maradt a csíráztatási idő függvényében, és ugyanez elmondható a lencsecsíra kivételével a linolsavra is az összes általunk vizsgált élelmezési csíra esetében. A lencsecsíránál az olajsav mennyisége jelentős mértékben csökkent, a linolsav mennyisége pedig jelentős mértékben nőtt. Vizsgálataink alapján elmondható, hogy a legtöbb általunk vizsgált zsírsav a csírák nagyobb részénél gyakorlatilag alig változott a csírázási idő függvényében, és tendenciát sem a telített, sem a telítetlen zsírsavak esetében nem tudtunk megállapítani.

(Kulcsszavak: táplálkozási csírák, a csíráztatás során végbemenő kémiai változások, zsírtartalom, zsírsav-összetétel)

ABSTRACT

Evaluation of biological value of sprouts I. Fat content and fatty acid composition

M. Márton¹, J. Csapó^{1,2}

¹Sapientia Hungarian University of Transylvania, Csíkszereda Campus, RO-530104 Csíkszereda, Szabadság tér 1.

²Kaposvár University, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

During our research work the fatty acid content of the most important sprouts: wheat, lentil, alfalfa, radish and sunflower seed was investigated during the germination and sprouting periods. It was established that both the saturated and the unsaturated fatty acids hardly changed during germination. The most important saturated fatty acid of the investigated sprouts by us is the palmitic acid, mass of which hardly changed or increased at alfalfa sprout during germination. The oleic and linoleic acid were present in the highest concentration among the unsaturated fatty acids in the sprouts investigated. The concentration of the oleic acid remained unchanged during the germination period, and the same tenable, except lentil, about linoleic acid in case of total sprouts investigated. In the case of lentil sprout the concentration of the oleic acid decreased, as opposed to it linoleic acid content increased significantly. Based on our investigation it can be stated that most of the fatty acids hardly changed during the germination period, and there was no verifiable tendency.

(Keywords: sprouts, chemical changes during germination, fat content, fatty acid composition)

BEVEZETÉS

Az utolsó évtizedekben egyre nagyobb figyelmet fordítanak a szakemberek az egészséges táplálkozásra, ennek szerepére az egészség megőrzésében és bizonyos betegségek megelőzésében. Az étkezési szokások, élelmiszerek és az elkészítési módszerek megváltozása hozzájárult a táplálkozási érték csökkenéséhez. Különböző kórtani kutatások arra a következtetésre jutottak, hogy a nagy mennyiségű növényi eredetű élelmiszer fogyasztása hatékony lehet bizonyos krónikus betegségek kialakulásának megelőzésében. Ezeket a jótékony hatásokat részben a növények magas antioxidáns aktivitásának tulajdonították. A növényekben található legfontosabb antioxidánsok a C-vitamin, a karotinoidok és a fenolszármazékok, különösen a flavonoidok.

A csírázás természetes biológiai folyamat, ami minden magasabbrendű növény sajátosága, melyek során a nyugalmi állapotban lévő mag, kedvező környezeti feltételek mellett (megfelelő nedvességtartalom, hőmérséklet, oxigén) növekedésnek indul, és egy új növény fejlődik ki. A csíráztatás során a poliszacharidok oligo- és monoszacharidokká, a zsírok szabad zsírsavakká, a fehérjék pedig oligopeptidekké és szabad aminosavakká bomlanak le, mely folyamatok a szervezetünkben lejátszódó biokémiai mechanizmusokat segítik. Javítják mind a fehérjebontó, mind a szénhidrát- és zsírbontó enzimek hatékonyságát, ezért a csíráztatás egyfajta előemésztésnek tekinthető, mely segít a nagy molekulájú összetett anyagokat építőköveire bontani. A csíráztatást követően egészségvédő hatással és fitokémiai tulajdonságokkal rendelkező vegyületeket (glükozinolatok, természetes antioxidánsok) is sikerült kimutatni, melyeknek jelentős szerepük lehet többek közt például a rák megelőzésében is (*Sangronis és Machado, 2007*). A csíráztatás tehát a maghoz képest olyan funkcionális élelmiszerek kifejlesztéséhez vezethet, melyek pozitív hatással vannak az emberi szervezetre, és amelyek segítenek az egészség megőrzésében (*Sangronis és Machado, 2007*).

A csírák eleget tesznek a modern táplálkozástudomány által a teljes értékű élelmiszerekkel szemben támasztott követelményeknek. Összehasonlítva a magvakkal, a csírák táplálkozási értéke magasabb: jobb minőségű a fehérje, kedvezőbb az aminosav megoszlás, magasabb a többszörösen telítetlenzsírsav-tartalom, a nyomelemek és esszenciális ásványi anyagok hasznosíthatósága jobb, és magasabb vitamintartalommal rendelkeznek. A csíráztatás során csökken az olyan antinutritív anyagok mennyisége, mint a hemagglutininek, a tanninok, a pentozánok, a fitinsav és a tripszinh inhibitor-aktivitás. A kutatások eredményeként úgy találták, hogy a csírák jó aszkorbinsav, riboflavin, kolin, tiamin, tokoferol és pantoténsav források (*Lintschinger és mtsai., 1997*).

Urbano és mtsai. (2005) a különböző csírák fehérjeemészhetőséget és az ásványi anyagok hasznosíthatóságát, *Gill és mtsai.* (2004) a zöldségfogyasztás és a rák megelőzése közötti kapcsolatot, *Clarke és mtsai.* (2008) pedig a különböző csírák szulforafán-tartalmának rákmegelőző hatékonyságát vizsgálták. *Kim és mtsai.* (2004) a hajdina zsírsav-összetétel változását vizsgálták csíráztatás hatására. Megállapították, hogy a legtöbb csírában legnagyobb mennyiségben jelen levő zsírsav a linolénsav, koncentrációja hét nap alatt 52,1%-ra nőtt, és az összes telítetlen zsírsav mennyisége nagyobb lett, mint 83%, tehát a telítetlenek domináltak a telítettek mellett. Az olajsav mennyisége 36,8%-ot, a linolsav 38,1%-ot, a linolénsav pedig 2,7%-ot tett ki az eredeti magban. A csíráztatás során a telített zsírsavak koncentrációja rohamos mértékben csökkent, és a mirisztinsav, valamint a sztearinsav egy nap alatti csíráztatás során eltűnt a mintából. A telítetlen zsírsavak közül az olajsav fokozottan csökkent, a linolsav és a linolénsav pedig nőtt a csíráztatás során. Ez azért nagyon jelentős, mert a linolsav, a linolénsav és az arachidonsav esszenciális az emberi szervezet számára. A linolsav képes

a bioaktív vegyületek szállítására és át tud alakulni arachidonsavvá, amelyből hormonszerű vegyületek képződnek. Összefoglalva megállapították, hogy a hajdina zsírsavai döntő többségét a telítetlenek teszik ki, melyek közül a linolsav fordul elő legnagyobb mennyiségben.

Tokiko és Koji (2006) különböző csírák zsirtartalmát és zsírsav-összetételét vizsgálva megállapították, hogy a zsirtartalom 0,4 és 1,6% között volt. A zsírsav-tartalom vizsgálata során megállapították, hogy a legnagyobb koncentrációban jelen lévő zsírsav a linolénsav volt; 23% a hajdina esetében, 48% a szójában, 47,7% a lóherében és 40,6% a borsóban.

A szakirodalmat áttanulmányozva, a zsirtartalom változásáról és a zsírsav-összetétel alakulásáról a csírázás során több adatot nem találtunk. A két fellelhető, előbb idézett cikk megállapításainak egy részét is aggályosnak tartjuk, mert kevésbé ismertek azok a mechanizmusok, amelyek a telített zsírsavakat telítetlenné, az egyszerűen telítetlen olajsavat pedig többszörösen telítetlen zsírsavakká alakítaná át. Fentiek miatt kezdtünk vizsgálni az étkezési csírák zsírsav-összetételével és a csírázási folyamat során bekövetkező zsírsav-összetételbeni változásokkal kapcsolatban. Munkánk során meghatároztuk a búza-, a lencse-, a napraforgó-, a lucerna- és a retekmag csírák zsírsav-összetételét, és annak változását a csírázási idő függvényében. Közleményünkben a kapott eredményekről kívánunk beszámolni.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgált minták, a csíráztatás

Biotermesztésből származó, a kereskedelmi forgalomban kapható búza-, lencse-, napraforgó-, lucerna- és retekmagokat szereztünk be olyan mennyiségben, ami elegendőnek bizonyult egy étkezési adag csírá előállításához (100-200 g). A magvakat 0,1%-os H₂O₂-oldatban 1 percen keresztül mostuk, ezt követően 24 órán át desztillált vízben duzzasztottuk. A 24 óra letelte után a magvakat csíráztató tálakba helyeztük, és 20 °C-on, Memmert 200 inkubátorban csíráztattuk, naponta kétszer desztillált vízzel permeteztük és 24 óránként mintát vettünk. A hazai gyakorlat és a nemzetközi ajánlásoknak megfelelően a búzát és a lencsét 3 napig, a retek 7 napig, a lucernát 8 napig, a napraforgót 5 napig csíráztattuk. A csíráztatást követően a csírákat desztillált vízzel mostuk, 60 °C-on szárítottuk, majd fagyasztva -10 °C hőmérsékleten tároltuk az analízisek megkezdéséig.

A csírák nyerszsír-tartalmát Soxhlet-féle extrakciós készülékben, éteres kivonás után, az MSz 6830/19-79 szabvány szerint határoztuk meg. A nyerszsír-tartalmat két párhuzamos meghatározás eredményének középértékeként, egytizedes pontossággal adtuk meg. A párhuzamos vizsgálatok közötti megengedett legnagyobb eltérés 0,3% nyerszsír.

A zsírsav analízisre történő minta-előkészítés során 1 g zsírt tartalmazó mintamennyiséget 8–20 cm³ tömény sósavval forró vízfürdőn egy órán keresztül roncsoltuk. Miután lehült, 7 cm³ etanolt adtunk hozzá. A lipideket előbb 15 cm³ éterrel, majd 15 cm³ petroléterrel extraháltuk, a szerves fázisokat egyesítettük, majd rotációs vákuumbepárlóval eltávolítottuk az oldószert. A bepárolt mintához 4 cm³ 0,5 M metanolos nátrium-hidroxid-oldatot öntöttünk, visszafolyó hűtőt szereltünk a gömblombikra, és elektromos melegítőn forraltuk addig, amíg az aljáról a zsírsepek el nem tűntek (kb. 5 perc). Ezután a hűtőn keresztül 4 cm³ 14%-os metanolos bór-trifluorid-oldatot öntöttünk a lombikba, és három percig forraltuk. Négy cm³ nátrium-szulfáton szárított hexánt adtunk hozzá, egy percig forraltuk, majd lehűtöttük. Lehülés után levettük a hűtőt, és annyi telített vizes sóoldatot öntöttünk a lombikba, hogy a szerves fázis a nyakába kerüljön. Szétválás után a szerves fázisból vízmentes nátrium-szulfátot tartalmazó fiolákba mintát vettünk, és ebből injektáltunk a gázkromatográfba.

A zsírsav-összetétel meghatározást Varian 3800 gázkromatográf készülékkel végeztük. A kromatográfiás oszlop egy kvarc kapilláris kolonna volt, melynek állófázisa CP-Sil 88 (FAME). Az oszlop hosszúsága 100 m, belső átmérője 0,25 mm, a film vastagsága 0,2 µm volt, a zsírsav-metilészterek kimutatására lángionizációs detektort használtunk. A detektorgázok áramlási sebessége a következő volt: hidrogén 30 ml/perc, levegő 200 ml/perc, „make up” (öblítő) gáz 30 ml/perc. Az injektor fémtömb termosztátjának és a detektor hőmérséklete a mérés során 270 °C volt. A vivőgáz nagy tisztaságú hidrogén, az oszlopfaj-nyomás 235 kPa volt. A mérés során hőmérséklet-programot alkalmaztunk, azaz a kolonnatér hőmérsékletét emeltük az idő függvényében annak érdekében, hogy a gyorsan eluálódó zsírsav-metilészterek nagyobb retenciós idővel, a lassabban eluálódó zsírsav-metilészterek pedig kisebb retenciós idővel jelenjenek meg a kromatogramon. Kezdetben az oszlop hőmérsékletét 140 °C-on tartottuk 10 percig, majd hőmérsékletét percenként 5 °C-kal emeltük, amíg el nem érte a 235 °C-ot, majd ezen a hőmérsékleten tartottuk 30 percig. Ezt követően befejeztük a mérést. Az injektált oldat térfogata 1 µl volt. A zsírsav-metilészterek azonosítására a Supelco cég által gyártott „37 component FAME Mix” standardot használtuk, az eredményeket relatív zsírsav-metilésztér tömeg%-ban adtuk meg.

EREDMÉNYEK

Az 1 táblázat a csíranövények nyerszsír-tartalmát mutatja. Az eredményt tömegszázalékban adtuk meg légszáraz szárazanyag-tartalomra vonatkoztatva.

1. táblázat

A csíranövények nyerszsír-tartalma

Sorszám (1)	Megnevezés (2)	Nyerszsír-tartalom (%) (szárazanyagra) (3)
1	Búzamag (4)	1,7
2	Búzacsíra 3. nap (5)	1,7
3	Lencsemag (6)	1,4
4	Lencsecsíra 3. nap (7)	1,4
5	Lucernamag (8)	10,3
6	Lucernacsíra 3. nap (9)	9,8
7	Lucernacsíra 7. nap (10)	4,5
8	Retekmag (11)	39,0
9	Retekcsíra 2. nap (12)	39,2
10	Retekcsíra 6. nap (13)	20,2
11	Napraforgómag (14)	60,3
12	Napraforgócsíra 3. nap (15)	57,7
13	Napraforgócsíra 5. nap (16)	43,4

Table 1. Fat content of sprouts

Number(1), Naming(2), Crude fat content (for dry material)(3), Wheat(4), Wheat sprout(5), Lentil(6), Lentil sprout 3 days(7), Alfalfa(8), Alfalfa sprout 3 days(9), Alfalfa sprout 7 days(10), Radish(11), Radish sprout 2 days(12), Radish sprout 6 days(13), Sunflower(14), Sunflower sprout 3 days(15), Sunflower sprout 5 days(16)

A búza- és a lencsecsíra esetében nem tapasztaltunk változást, a lucernacsíra esetében a zsírtartalom mintegy a felére csökkent, és ugyanez igaz a hatnapos retkecsírára is. A napraforgócsíra esetében a csökkenés mintegy 30%-os. A 2. táblázat a búzamazag és búzacsíra zsírsav-összetételét tartalmazza.

2. táblázat

A búzamazag és búzacsíra zsírsav-összetétele

Zsírsav megnevezése (1)		Búzamazag (2)	Búzacsíra 3. nap (3)
		Zsírsav-metilészter tömeg % (4)	
Undekánsav	11:0	1,7	1,7
Laurinsav	12:0	0,1	0,1
Tridekánsav	13:0	0,7	0,7
Mirisztinsav	14:0	0,8	0,5
Pentadekánsav	15:0	0,3	0,3
Palmitinsav	16:0	31,2	33,5
Sztearinsav	18:0	1,9	1,2
Olajsav	18:1	10,7	7,8
Linolsav	18:2	25,6	27,3
Arachidinsav	20:0	0,3	0,2
Eikozénsav	20:1	0,9	0,4
α -linolénsav	18:3n3	2,0	2,5
Behénsav	22:0	1,2	1,2
Eikozatriénsav	20:3n6	1,4	1,5
Eikozatriénsav	20:3n3	2,3	0,2

Table 2. Fatty acid composition of wheat and wheat sprout

Naming of the fatty acid(1), Wheat(2), Wheat sprout(3), Relative percentage of fatty acid methyl esters(4)

A búzacsírában a legnagyobb koncentrációban jelen lévő zsírsavak a palmitinsav, a linolsav és az olajsav. A telített zsírsavak közül a palmitinsav 33,5%-ban van jelen a búzacsírában, mely értékek magasabbak a búzában kapott értéknél (31,2%), tehát a csíráztatás hatására növekedett a palmitinsav koncentrációja. A sztearinsav értéke a kiindulási búzamazag 1,9% értékéről 1,2%-ra csökken a búzacsíra esetén. A telített zsírsavak közül, a felsoroltakon kívül a búzacsíra mintákból sikerült kimutatni undekánsavat (1,7% a búzamazagban, ugyanennyi a búzacsírában), laurinsavat (0,1% mindkét mintában), tridekánsavat (0,7% a búzamazagban és a csírában), mirisztinsavat (0,8% a búzamazagban és 0,5% a búzacsírában), pentadekánsavat (0,3% mindkét mintában), arachidinsavat (0,3% a búzamazagban és 0,2% a búzacsírában) és behénsavat (1,2% mindkét mintában).

Az egyszerűen telítetlen zsírsavak közül az olajsav van jelen legnagyobb koncentrációban, melynek értéke a csíráztatás hatására a kiindulási búzamazag 10,7% értékéről 7,8%-ra csökken. A mintákban kimutatható volt még eikozénsav 0,9%-ban a búzamazagban, és 0,4%-ban a búzacsíra esetén.

A többszörösen telítetlen zsírsavak közül a legnagyobb mennyiségben jelen lévő zsírsav a linolsav, mely értéke a kiindulási búzamazag 25,6%-áról a búzacsírában 27,3%-ra nőtt. A mintákból kimutatható volt még a többszörösen telítetlen zsírsavak közül az α -

linolénsav (2,0% a búzamazgban, 2,5% az búzacsírában) és az eikozatriénsav (C20:3n6): (1,4% búzamazgban, 1,5% a búzacsírában), (20:3n3): (2,3% búzamazgban, 0,2% a búzacsírában). A 3. táblázat a lencse és lencsecsíra zsírsav-összetételét tartalmazza.

3. táblázat

A lencse és lencsecsíra zsírsav-összetétele

Zsírsav megnevezése (1)		Lencsemag (2)	Lencsecsíra 3. nap (3)
		Zsírsav-metilészter tömeg % (4)	
Undekánsav	11:0	0,4	0,6
Laurinsav	12:0	0,2	0,2
Tridekánsav	13:0	0,4	0,4
Mirisztinsav	14:0	1,1	1,1
Pentadekánsav	15:0	0,4	0,7
Palmitinsav	16:0	26,2	27,0
Sztearinsav	18:0	1,6	2,2
Olajsav	18:1	14,0	9,3
Linolsav	18:2	19,4	27,4
Arachidinsav	20:0	0,3	0,5
Eikozénsav	20:1	0,3	0,4
α -linolénsav	18:3n3	3,3	4,7
Behénsav	22:0	1,2	1,6
Eikozatriénsav	20:3n6	1,4	1,4
Eikozatriénsav	20:3n3	0,1	0,1

Table 3. Fatty acid composition of lentil and lentil sprout

Naming of the fatty acid(1), Lentil(2), Lentil sprout 3 days(3), Relative percentage of fatty acid methyl esters(4)

A lencsecsírában a palmitinsav, a linolsav és az olajsav található a legnagyobb koncentrációban. A telített zsírsavak közül a palmitinsav a lencsemagban 26,2%-ban található, a csírában ennek értéke magasabb (27,0%). A telített zsírsavak közül a mintákból kimutatható volt undekánsav (0,4 % a lencsében, 0,6% a lencsecsírában), laurinsav (0,2% mindkét mintában), tridekánsav (0,4% mindkét mintában), mirisztinsav (1,1% mindkét mintában), pentadekánsav (0,4% a lencsében, 0,7% a csírában), sztearinsav (értéke kiindulási lencse 1,6%-áról 2,2%-ra növekedett a csírában a csíráztatás hatására), arachidinsav (0,3% a lencsében, 0,5% a csírában) és behénsav (1,2% a lencsében, 1,6% a lencsecsírában).

A telítetlen zsírsavak közül a linolsav és az olajsav található a legnagyobb mennyiségben. A linolsav koncentrációja a lencsében 19,4%; a csíráztatás hatására ezen érték 27,4%-ra nőtt a lencsecsírában. Az olajsav a lencsében 14,0%-ban van jelen, melynek értéke a csíráztatás során 9,3%-ra csökken a lencsecsírában. A telítetlen zsírsavak közül kimutatható volt továbbá az eikozénsav (0,3% a lencsében és 0,4% a csírában). A többszörösen telítetlen zsírsavak közül az α -linolénsav koncentrációja a kiindulási lencse 3,3% értékéről 4,7%-ra növekszik a csíráztatás hatására, az eikozatriénsav koncentrációja viszont alig változott (20:3n6: 1,4% a lencsében és a lencsecsírában 1,5%, 20:3n3: 0,1% mindkét mintában).

A 4. táblázat a lucernamag és lucernacsíra zsírsav-összetételét tartalmazza. A lucernacsírában a legnagyobb koncentrációban jelen lévő zsírsavak a linolsav, az α -linolénsav, a palmitinsav és az olajsav. A telített zsírsavak közül legnagyobb koncentrációban kimutatható volt a palmitinsav, mely koncentrációja a csíráztatás hatására növekedett: 15,9% a lucernamagban, ugyanennyi a három napos, és 22,4% a hétnapos lucernacsírában. A sztearinsav koncentrációja a csíráztatás során növekedett (3,2%-ról 4,4%-ra a lucernacsíra esetén). A telített zsírsavak közül adott kromatográfias körülmények között kimutatható volt laurinsav, mirisztinsav, pentadekánsav, margarinsav, arachidinsav és behénsav, azonban ezek értéke 1% alatt maradt.

A telítetlen zsírsavak közül a linolsav, a α -linolénsav és az olajsav volt jelen legnagyobb koncentrációban. A linolsav koncentrációja az eredeti magban 34,3% volt, ami a csíráztatás során 29,1%-ra csökkent. Az α -linolénsav koncentrációja szintén csökkent a csíráztatás során: a kiindulási lucernamag 24,9% értékéről 15,8%-ra a csírában. Az olajsav mennyisége a csíráztatás során ugyancsak csökkent: 10,4%-ban volt a lucernamagban, 9,4%-ban a csírában. A telítetlen zsírsavak közül a mintákból kimutatható volt még palmitoleinsav, γ -linolénsav, eikozénsav, eikozadiénsav, eikozatriénsav, arachidonsav és dokozapentaénsav, azonban ezek értéke 1% alatt maradt.

4. táblázat

A lucernamag és lucernacsíra zsírsav-összetétele

Zsírsav megnevezése (1)	Lucernamag (2)	Lucernacsíra 3. nap (3)	Lucernacsíra 7. nap (4)
Zsírsav-metilészter tömeg % (5)			
Laurinsav 12:0	0,1	0,2	0,1
Mirisztinsav 14:0	0,5	0,4	0,6
Pentadekánsav 15:0	0,2	0,3	0,6
Palmitinsav 16:0	15,9	15,9	22,4
Palmitoleinsav 16:1	0,1	0,1	0,3
Margarinsav 17:0	0,1	0,2	0,3
Sztearinsav 18:0	3,2	2,9	4,4
Olajsav 18:1	10,4	9,1	9,8
Linolsav 18:2	34,3	34,7	29,1
Arachidinsav 20:0	0,7	0,8	1,0
γ -linolénsav 18:3n6	0,2	0,2	0,2
Eikozénsav 20:1	0,3	0,2	0,3
α -linolénsav 18:3n3	24,9	24,9	15,8
Eikozadiénsav 20:2	0,1	<0,1	0,1
Behénsav 22:0	0,8	1,0	1,7
Eikozatriénsav 20:3n6	0,4	0,7	1,3
Eikozatriénsav 20:3n3	0,4	0,2	0,3
Arachidonsav 20:4n6	0,1	0,1	0,7
Dokozapentaénsav 22:5n3	0,9	1,2	1,6

Table 4. Fatty acid composition of alfalfa and alfalfa sprout

Naming of the fatty acid(1), Alfalfa(2), Alfalfa sprout 3 days(3), Alfalfa sprout 7 days(4), Relative percentage of fatty acid methyl esters(5)

A 5. táblázat a retekmag és retekcsíra zsírsav-összetételét tartalmazza.

5. táblázat

A retekmag és retekcsíra zsírsav-összetétele

Zsírsav megnevezése (1)		Retekmag (2)	Retekcsíra 2. nap (3)	Retekcsíra 6. nap (4)
		Zsírsav-metilészter tömeg % (5)		
Laurinsav	12:0	<0,1	<0,1	<0,1
Mirisztinsav	14:0	0,1	0,1	0,1
Pentadekánsav	15:0	<0,1	<0,1	<0,1
Palmitinsav	16:0	8,2	6,5	8,0
Palmitoleinsav	16:1	0,2	0,2	0,2
Sztearinsav	18:0	3,2	2,7	3,0
Olajsav	18:1	35,1	27,4	34,6
Linolsav	18:2	15,5	12,6	15,9
Arachidinsav	20:0	2,0	1,6	2,0
γ -linolénsav	18:3n6	0,1	0,1	0,1
Eikozénsav	20:1	14,8	11,5	15,1
α -linolénsav	18:3n3	13,6	11,3	14,0
Eikozadiénsav	20:2	0,6	0,5	0,7
Behénsav	22:0	1,9	1,4	1,9
Arachidonsav	20:4n6	0,1	<0,1	0,1
Dokozadiénsav	22:2	0,4	0,3	0,4
Lignocerin-sav	24:0	1,2	0,9	1,2

Table 5. Fatty acid composition of radish and radish sprout

Naming of the fatty acid(1), Radish(2), Radish sprout 2 days(3), Radish sprout 6 days(4), Relative percentage of fatty acid methyl esters(5)

A retekcsírában a legnagyobb koncentrációban az olajsav, a linolsav, az eikozénsav, az α -linolénsav és a palmitinsav volt jelen. A telített zsírsavak közül a palmitinsav koncentrációja a retekmagban 8,2% volt, a csíráztatás során a kétnapos retekcsírában értéke 6,5%-ra csökkent, a hatnapos retekcsírában viszont 8,0%-ra növekedett. A sztearinsav koncentrációja a kezdeti retekmagban lévő 3,2%-ról 2,7 és 3,0%-ra csökkent a retekcsírában. A telített zsírsavak közül még kimutatható laurinsav, mirisztinsav, pentadekánsav, arachidonsav, behénsav és lignocerin-sav, azonban ezek koncentrációja 2% alatti volt.

A telítetlen zsírsavak közül az olajsav 35,1%-ban volt jelen a retekmagban, 27,4%-ban a két napos retekcsírában, 34,6%-ban a hatnapos retekcsírában. A linolsav koncentrációja a csíráztatás hatására a kezdeti 15,5%-ról 15,9%-ra nőtt hatnapos csírákban. Az eikozénsav koncentrációja szintén növekedett a csíráztatás hatására a retekcsíra esetén a kezdeti 14,8%-ról 15,1%-ra, az α -linolénsav koncentrációja pedig 13,6%-ról 14,0%-ra növekedett a retekcsírában. A telítetlen zsírsavak közül adott kromatográfiai körülmények mellett a mintákból még kimutatható volt palmitoleinsav,

γ -linolénsav, eikozadiénsav, arachidonsav, dokoziadiénsav, azonban ezek koncentrációja 0,5%-nál kisebb volt.

A 6. táblázat a napraforgómag és a napraforgómag-csíra zsírsav-összetételét tartalmazza.

6. táblázat

A napraforgómag és napraforgómag-csíra zsírsav-összetétele

Zsírsav megnevezése (1)		Napraforgómag	Napraforgócsíra	Napraforgócsíra
		(2)	3. nap (3)	5. nap (4)
Zsírsav-metilészter tömeg% (5)				
Mirisztinsav	14:0	0,1	0,1	0,2
Pentadekánsav	15:0	<0,1	<0,1	<0,1
Palmitinsav	16:0	5,8	5,7	5,8
Palmitoleinsav	16:1	0,1	0,1	<0,1
Margarinsav	17:0	0,1	0,1	0,1
Sztearinsav	18:0	5,4	5,4	5,6
Olajsav	18:1	21,7	21,0	20,9
Linolsav	18:2	65,0	65,6	64,8
Arachidinsav	20:0	0,4	0,4	0,4
Eikozénsav	20:1	0,2	0,1	0,2
α -linolénsav	18:3n3	0,1	0,4	1,0
Behénsav	22:0	0,9	0,9	1,0
Arachidonsav	20:4n6	0,2	<0,1	<0,1
Lignocerinsav	24:0	0,2	0,3	0,3

Table 6. Fatty acid composition of sunflower and sunflower sprout

Naming of the fatty acid(1), Sunflower(2), Sunflower sprout 3 days(3), Sunflower sprout 5 days(4), Relative percentage of fatty acid methyl esters(5)

A napraforgómag-csírában a telített zsírsavak közül a palmitinsav és sztearinsav van jelen legnagyobb koncentrációban. A palmitinsav koncentrációja a csíráztatás hatására alig változott: a magban értéke 5,8%, a háromnapos csírában 5,7%, míg az ötnapos csírában 5,8%. A sztearinsav értéke is csak nagyon kismértékben változott a csíráztatás során, a kezdeti napraforgómag 5,4% értéke ugyanannyi maradt a háromnapos csírában, az ötnapos csírában viszont 5,6%-ra nőtt. A telített zsírsavak közül a mintákból kimutatható volt még mirisztinsav, pentadekánsav, palmitinsav, margarinsav, sztearinsav, arachidinsav, behénsav, lignocerinsav, azonban ezek koncentrációja elenyésző.

A napraforgómag-csírában a legnagyobb koncentrációban jelen lévő telítetlen zsírsav a linolsav, mely a kezdeti 65,0%-ról a harmadik napra 65,6%-ra nőtt, majd az ötödik napra 64,8%-ra csökkent. Az olajsav ugyancsak nagy koncentrációban van jelen; értéke a kezdeti 21,7%-ról 21,0%-ra csökkent a háromnapos csírában, és 20,9%-ra az ötnapos csírában. A telítetlen zsírsavak közül még kimutatható volt palmitoleinsav, eikozénsav, α -linolénsav, arachidonsav, azonban ezek koncentrációja 1% alatti volt.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A búza-, a lencse-, a napraforgó-, a lucerna, és a retekmag csírák zsírsav-összetételét elemezve megállapítottuk, hogy közel sem történnek olyan mélyreható változások a csíráztatás során, mint ahogy azt *Kim és mtsai.* (2004), valamint *Tokiko és Koji* (2006) megállapították. Szárazanyagra számolva a csíranövény nyerszsír-tartalma vagy nem változott, vagy csökkent a csírázási folyamat során.

A zsírsav-összetételt illetően a legnagyobb koncentrációban jelen lévő telített zsírsav, a palmitinsav koncentrációja a búza-, a lencse- és a lucernacsíra esetében nőtt, a retekcsíra esetében némileg csökkent, a napraforgócsíránál pedig gyakorlatilag nem változott a csíráztatás során. Hasonló változásról tudunk beszámolni a sztearinsav esetén is, illetve nem tudunk határozott választ adni arra, hogy a sztearinsav-tartalom hogyan változott meg a csíráztatás során. Legnagyobb valószínűséggel sem a sztearinsav-tartalom, sem a palmitinsav tartalom nem szenved lényeges változást a csírázás hatására.

Nagyon hasonló tendenciákat tudunk megfogalmazni a telítetlen zsírsavak esetében is. A búza, a lencse és a lucernacsíránál az olajsav mennyisége némileg csökkent, a retek- és napraforgócsíránál a csökkenés minimális. A linolsav növekedése csak a lencsecsíránál számottevő, míg az összes többi csíránál mennyisége gyakorlatilag változatlan marad a csíráztatási periódusban. A többi többszörösen telítetlen zsírsav olyan csekély koncentrációban fordul elő a csírákban, hogy a változások tendenciáját is nehéz nyomon követni.

Összességében tehát megállapítható, hogy a telített zsírsavak egy része minimális mértékben csökken, más részük változatlan marad, a telítetlen zsírsavak közül az olajsav gyakorlatilag alig változik, a linolsav mennyisége is csak a lencsecsíra esetében mutat számottevő növekedést. Vizsgálatainkból leszűrhetjük tehát azt a következtetést, hogy az általunk vizsgált csírák esetében a csíráztatási folyamat alig van hatással a csíranövény zsírsav-összetételére, ennek megfelelően a zsír biológiai értékére. Nem tudjuk megerősíteni azokat az irodalomban közölt eredményeket, miszerint a csíráztatás hatására jelentős mértékben csökkenne a telített, és jelentős mértékben nőne a többszörösen telítetlen esszenciális zsírsavak mennyisége.

IRODALOM

- Clarke, J.D., Dashwood, R.H., Ho, E. (2008). Multi-targeted prevention of cancer by sulforaphane. *Cancer Letters*. 269. 2. 291-304.
- Gill, C., Haldar, S., Porter, S., Matthews, S., Sullivan, S., Coulter, J., McGlynn, H., Rowland, I.: The Effect of cruciferous and leguminous sprouts on genotoxicity, in vitro and in vivo. *Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention*. 2004. 13. 7. 1199-1205.
- Kim, S.L., Kim, S.K., Park, C.H. (2004). Introduction and nutritional evaluation of buckwheat sprouts as a new vegetable. *Food Research International*. 37. 319-327.
- Lintschinger, J., Fuchs, N., Moser, H., Jager, R., Hlebeina, T., Markolion, G., Gössler, W. (1997). Uptake of various trace elements during germination of wheat, buckwheat and quinoa. *Plant Foods for Human Nutrition*. 50. 223-237.
- Sangronis, E., Machado, C.J. (2007). Influence of germination on the nutritional quality of *Phaseolus vulgaris* and *Cajanus cajan*. *LWT*. 40. 116-120.
- Tokiko, M., Koji, Y. (2006). Proximate composition, fatty acid composition and free amino acid composition of sprouts. *Journal for the Integrated Study of Dietary Habits*. 16. 4. 369-375.

Urbano, G., Aranda, P., Vilchez, A., Aranda, C., Cabrera, L., Porres, J., Lopez-Jurado, M. (2005). Effects of germination on the composition and nutritive value of proteins in *Pisum Sativum L.* Food Chemistry. 93. 671-679.

Levelezési cím (*Corresponding authors*):

Márton Melinda

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai Campus,

Élelmiszer-tudományi Tanszék,

RO-530104 Csíkszereda, Szabadság tér 1.

Sapientia Hungarian University of Transsylvania, Csíkszereda Campus,

Department of Food Sciences,

RO-530104 Csíkszereda, Szabadság tér 1.

Tel.:40-266-317-121, Fax:40-266-314-657

e-mail: martonmelinda@sapientia.siculorum.ro



A szarvasfélék (*Cervidae*) agancsfejlesztése (Irodalmi összefoglalás)

Bokor¹ J., Szabari² M., Bokor² Á., Nagy¹ J.

¹Kaposvári Egyetem, EC Vadgazdálkodási Tájékoztatópont, 7400 Kaposvár Guba Sándor u. 40.

²Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, 7400 Kaposvár Guba Sándor u. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

*Irodalmi összefoglalójukban a szerzők a szarvasfélék agancsnövekedését, mineralizációját, tisztítását és hullatását befolyásoló hatásokat ismertetik. A szarvasfélék (*Cervidae*) különleges képessége az agancs fejlesztése, mely egy többnyire elágazó csontos képződmény, általában a hím nemű egyedek fején. Ez egy évente megújuló extraproduktum, melyet bonyolult élettani folyamatok vezérelnek. Méretét, formáját többek között a genetikai képesség valamint a mikro- és makro környezet határozza meg. A vadászati kultúra alapját képezi, és ezen keresztül jelentős nemzetgazdasági jelentőséggel bír. A szarvasok első agancsuk építésekor homlokcsontjukon (os frontale) ún. agancstövet fejlesztenek, majd ennek folytatásában növesztik agancsukat. Az agancs először egy finom szőrű bőrrel borított porc képződmény (ún. barkás agancs), mely a párzási időszak előtt elcsontosodik (mineralizáció). A csontos agancsot a szarvasok 6–8 hónapig viselik, ekkor lehullatják és elkezdik fejleszteni a következőt.*
(Kulcsszavak: szarvasfélék, agancs)

ABSTRACT

Antler development in *Cervidae* (A review)

J. Bokor¹, M. Szabari², Á. Bokor², J. Nagy¹

¹Kaposvár University, Health Center, Deer Branch, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

²Kaposvár University, Faculty of Animal Science, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

*Authors are going to summarize the effects influencing the development, mineralisation, cleaning and casting of the antler in *Cervidae*. *Cervidae* have a special capacity to grow an antler, which is usually a branched, bony formation on the head of the male individuals. This is an annually regenerating extra product, which is controlled by many difficult physiological processes. The size and the formation of the antler are by genetically and the micro- and macro environment. The antler as a trophy constitutes important part of the hunting culture and through this it has considerable national economic effect. At the growth of their first antler on the frontal bone (os frontale) develop a so-called pedicle, then on this basis grows the first antler. The antler initially is a cartilage formation covered with soft hairy skin (velvet), which ossifies (mineralisation) and will be cleaned before the breeding season. The bony antler (hard antler) is worn until 6-8 months, then the *Cervidae* cast it and they start to develop the next new antler.*
(Keywords: *Cervidae*, antler development)

BEVEZETÉS

A szarvasfélék (*Cervidae*) sajátossága, hogy évente új agancsot növesztenek, majd a letisztított „fegyvert” kb. fél év múlva lehullatják. Az agancs szezonális megújulása egyedülálló példája az élettani szervregenerációnak, ami más gerinces fajokban nem fordul elő. Szociális funkciója miatt az agancsfejlődés szoros kapcsolatban van az adott faj szaporodásbiológiai ciklusával. Az agancsfejlődő képesség mindkét ivarban előfordulhat, normál körülmények között, az ivari dimorfizmus jeleként, azonban csak a hímivarú egyedek növesztenek agancsot a rénszarvas (*Rangifer tarandus*) kivételével (Bubenik, 1982).

A GÍMSZARVAS AGANCSNÖVEKEDÉSÉNEK SZAKASZAI

A szarvasok első agancsuk építésekor homlokcsontjukon (*os frontale*) ún. agancstövet fejlesztenek, majd ennek folytatásában növesztik agancsukat. Az első agancs növekedésének kezdete fajonként eltérő. Ez gímszarvas (*Cervus elaphus*) borjak esetében 34–38 hetes korban következik be (Gaspar-López és mtsai., 2008). Az agancs először egy finom szőrű bőrrel borított porc képződmény (ún. barkás agancs), mely nyár közepén elcsontosodik (*mineralizáció*). Az elcsontosodás vége felé megjelenik a hímivarra jellemző magatartásforma, a tisztítás. Ekkor a bikák fákhoz, bokrokhoz dörzsölik az agancsukat, ezzel a bőrt letisztítják róla, illetve az ágak végét kifélik. Így készülnek a párzási időszakra, melyre nyár végén, ősszel kerül sor az északi féltekén. A csontos agancsot a szarvasok következő év kora tavaszáig viselik, ekkor lehullatják (kivéve az őz (*Caprolus capreolus*) és a dávid szarvas (*Elaphurus davidianus*), amelyek ősszel hullatnak) és elkezdik fejleszteni a következőt.

A fiatalkori agancsnövekedés

Már születés előtt, magzati korban is fellelhetők a jelek a növesztendő agancsról, a homlokcsontokon található, épphogy tapintható bütyök formájában (Lincoln, 1973). Újszülött korban a kis bütykök helyét szőrforgók is jelzik. Az első agancs fejlődése az agancstő növekedésével kezdődik, mely a homlokcsont csonthártyájából képződik. A kezdeti agancstő különbözik a környező koponyacsontoktól, mert szivacsos felépítésű. Az agancstövek nagysága fajonként eltérő hosszú fiatal szarvasféléknél (gímszarvasoknál 7–8 centiméter), majd a kor előrehaladtával fokozatosan rövidülnek (Goss, 1982).

Az őz (Zimmer, 1905; Lebedinsky, 1939; Tegner, 1961) és a jávorszarvas (*Alces alces*) gida- ill. borjúkorban is növesztenek agancsot. Ez általában gomb méretű és alig látható a szőrben (Peterson, 1955), de előfordult már, hogy jávorborjúnál meghaladta a 10 centimétert is (Sugden, 1964). Ez az ún. „baba agancs” ősszel fejlődik, amelyet az állat télen tisztít le. A gidaagancsot a bakgidák január-február (8-9 hónapos korban), a jávorborjak általában áprilisban (10–11 hónapos korban) hullatják, és ekkor kezd el nőni az új. Így az őzbaknak egyéves korára elkészül a második agancsa is. Ehhez hasonló fehér farkú szarvasnál (*Odocoileus virginianus*) (Anderson és Medin, 1971) is megfigyeltek. Gímszarvasok esetében Vogt (1937) tapasztalt hasonló jelenséget a schneebergi vadaskertben folytatott gímszarvas takarmányozási kísérletei során.

Az első agancsot a gímszarvasok 8,5–14 hónapos korukban építik fel, melynek ideje egybeesik a nemi aktivitás kialakulásával.

Suttie és Kay (1982) szerint a fiatal gímszarvas bikák megfelelő fejlettségi szint (testtömeg) elérésekor kezdik növeszteni az agancstövüket, függetlenül a kortól és az uralkodó fényviszonyoktól. A hullatás ellenben erősen függ a hosszabbodó nappalok melatonin-szint csökkentő hatásától.

Suttie és Kay (1982) tanulmánya azt is mutatja, hogy az agancstő fejlődése a pubertás következménye, mely az agancsfejlődéshez vezet függetlenül az uralkodó fényviszonyoktól. Az agancstő fejlesztést követően a további növekedés hasonlóan történik, mint hullatás után az idősebb egyedek esetében. Azonnal elkezdi fejlődni fejlődésükön a barkás agancs.

A barkás agancs nagyon gyorsan fejlődik, ez a jávorszarvasok és a wapiti esetében akár naponta a 2 cm-t is eléri (*Goss*, 1983). Az agancsnövekedés iránya a középponttól kifelé sugaras. Az ágak eltérő irányba nőnek, majd ezek nyúlása lassul, míg a szár hosszirányú növekedése eltart az agancsnövekedés végéig. A növekvő (barkás) agancs idegekkel és erekkel bőven ellátott szerv, hiszen az intenzív anyagcsere folyamatokhoz ezek a feltételek szükségesek. Ebben az időszakban a bikák nyugodtak. A nap nagy részét evéssel pihenéssel, pozáással töltik.

Az agancs mineralizációja

Mint más csontot, a szarvasagancsot is két egyidejű folyamat eredményezi: a csontszövet képződése és hanyatlása. Az agancsszövet hasonló fejlődésű a teljes mineralizációja előtt, mint a vázalkotó csontoké a születés utáni időszakban. Az intenzív agancsfejlődés során a Havers csatornák felépítése és a közbeeső lemezek megalkotása viszont csak ritkán történik meg (*Bubenik*, 1982). A látszólag gyors agancskeményedés az agancsnövekedési szakasz végén van. A gyors meszesedés, az agancs letisztítását megelőző néhány hétben történik, mikor az ásványi sók beépülnek a szilárd csontgyűrűbe. Az agancs belső szerkezetének mineralizációja a koponya felé, fentről lefelé haladva fokozatosan történik (*Bubenik*, 1982).

Az agancstisztítás

Az agancs-elcsontosodás befejezésének közeledtével a bikák viselkedése is változik. A tisztításra jellemző magatartásforma a barka száradásakor, illetve azt követően jelentkezik. A fenési, dörzsölési viselkedés pontos oka nem ismert. Ez általában nem sokkal a barka-száradás után kezdődik. Számos esetben megfigyelhető, hogy bár már elkezdődik a dörzsölés az agancsot a bika, de még nem száradt a barka, emiatt nagyon vérezik (*Bubenik*, 1982).

A csontos agancs és a hullatás ideje

A tisztítás után az agancskapcsolatban marad az agancstövön keresztül az élő szövetekkel. Ez a kapcsolat egyedülálló az emlősök között, mert a szervezet általában gyorsan elszeparálja és eltávolítja az ilyen részeket. Ezt a csontos agancsot az egyedek 6–8 hónapig viselik, majd lehullatják (*Goss*, 1983).

AZ AGANCSCIKLUS FOTÓPERIÓDIKUS SZABÁLYOZÁSA

A mérsékelt és palearktikus égvöben az évszakos (cirkannuális) fotóperiódus, a nappalok és éjszakák arányának a napi (cirkadian) változása szabályozza a szaporodásbiológiai folyamatokat. Az éjszaka hosszával arányos mennyiségben termelődő melatonin alakulás vezérli az azokat előidéző neurohormonális változásokat, amelyek felelősek a szezonálisan jelentkező élettani megnyilvánulásokért (*Lincoln*, 1985).

A gímszarvas úgynevezett rövidülő nappalos állatfaj. A neurohormonális szabályozás folyamán az agykérgen keresztül a nyárvégi nappalok rövidülése, a sötétség időtartamának hosszabbodása a tobozmirigyben egyre fokozódó mértékű melatonin termelést indukálnak. A melatonin a hipotalamuszban a gonadotrop-rilízis hormon (GnRH) termelését serkenti,

ami az adenohipofízis növekvő folliculus stimuláló (FSH) és luteinizáló hormon (LH) elválasztását eredményezi. Ez a két hormon szabályozza a célszervek, a here és a petefészkek működését (*Fennessy és mtsai.*, 1986; *Lincoln*, 1998).

A bikákban szezonális jellegű változás az ivarsejtképződés (herciklus) és az ehhez szorosan kapcsolódó agancsciklus. A februári agancslevetést a barkás agancs fejlesztése követi. Az áprilistól bekövetkező azospermiás időszakot a bögésre való felkészülés váltja fel. Nő a bikák heretömege megindul a spermatogenezis és a *Leydig*-sejtekben a tesztoszteron szintézis, ezzel egyidejűleg megváltozik az állatok másodlagos nemi jellege, külleme, viselkedése, majd a barkás agancs elcsontosodik (*Haigh és mtsai.*, 1984; *Lincoln*, 1971, 1985; *Gosch és Fischer*, 1989).

A mérsékelt égövi fajok agancsciklusa pontosan 12 hónapig tart. Fiatal állatokban a tobozmirigy eltávolítása felborítja a szezonalitást. Idősebb állatokban a tobozmirigy kivétele vagy a melatonin immunológiai blokkolása kevésbé feltűnő, mert a ritmus már beállt, ami megközelítőleg 12 hónapos, és az állatok nem tudnak más külső faktorokra reagálni (mint azonos fajú egészséges feromonok, hőmérséklet-változás stb). A belső ritmus valószínűleg velük született, mert az egyenlítő környékén élő szarvasfélék ritmusa is hasonló állandó fényviszonyok mellett (*Bubenik*, 1982).

Goss (1983) szerint az agancstő- és az agancs növekedés kezdete az első életévben endokrin szabályozás alatt áll, és úgy tűnik, hogy a hormon szekréció nem fény hatására történik a második éves korig.

AZ AGANCSFEJLŐDÉS NEUROENDOKRIN SZABÁLYOZÁSA

Az idegi tényezők

Az agancsfejlődés szabályozása idegi- és hormonális úton történik. Az idegrendszer szabályozó szerepét különböző módszerekkel többen is vizsgálták.

Bubenik (1982) megfigyelései alapján idő előtti agancsnövekedést sérülés is előidézhet. Fehérfarkú szarvasnál, melynek növekvő agancsa vagy agancstöve korai fejlődési szakaszban eltört, elváltozást mutatott a következő évben is. A sérült oldalon közel két hónappal korábban kezdett el nőni az agancs, mint az ép oldalon.

Lincoln és Fletcher (1976) szerint a hullatás utáni seb alkotta heg az agancstövön nélkülözhetetlen faktor az új agancs növekedéséhez. *Bubenik* (1977) kísérletei alapján, fontosak a hullatás-kori sérülés által stimulált idegvégződés az agancstőben és az agancs szövetben a későbbi agancs fejlődéséhez.

Az idegrendszer szabályozó szerepe több kísérletekben is bizonyítást nyert. *Wapitinél* (*Cervus canadensis*) a homlokcsonti csonthártya CaCl_2 által előidézett sérülése beindítja az agancsnövekedést mindkét ivarban szezonon kívül is (*Bubenik*, 1982).

Növekedési faktorok

A növekedési faktorok különleges sejtek (vérlemezkék, porc) által előállított kisméretű fehérjék (polipeptidok). Nincsenek kitüntetett célszervei, serkentik a csontok és a különböző lágy részek fejlődését (pl. bőr). Ezek jelenlétével és szerepével az agancsban foglalkoztak többen a közelmúltban és napjainkban. *Lijuan és mtsai.* (2008) vizsgálatai szerint az agancs többféle növekedési faktort tartalmaz, melyek stimulálják a *fibroblast* szaporodást a bőrben.

A növekedési hormon az agancsnövekedésre gyakorolt hatását közvetlenül a szomatomedinek útján váltja ki (*Husvéth*, 1994). *Lijuan és mtsai.* (2007) szintén megfigyelték, hogy az inzulin-szerű növekedési faktor (*IGF*) részt vesz az agancsnövekedés

szabályozásában. A *chondrocyta* és *osteoblast* sejtekből kimutatott IGF-I arra enged következtetni, hogy fontos szerepet játszik a porc és csontalakulásban.

Chunyi és mtsai. (2007) a gímszarvasok agancsának idegi fejlődését vizsgálták. Azt tapasztalták, hogy az idegi növekedési faktor (NGF) a másodlagos szabályozó az agancs érző idegeinek fejlődésében.

Az agancsnövekedés hormonális szabályozása

Korai feltételezések a minden évben megújuló agancsra *Wislocki* (1943) hipotézisén alapultak, mely szerint létezik egy „agancsnövekedési stimulus (AS)”, ami a hipofízisből származik. Az elmélet szerint, az AS szekrécióját csak a magas koncentrációjú tesztoszteron blokkolja. Normál ciklusban a legmagasabb az „agancsnövekedési stimulus” koncentráció tavasszal, de bármikor emelkedhet, ha az androgén szint hirtelen csökken (például ivartalanítás után). Megerősítést nyert az elmélet a hipofízis eltávolítás eredményeként négy hónapos fehér farkú szarvas bikákban. Az állatok, melyeket naponta adrenokortikotrop hormonnal (ACTH) és kortizollal kezeltek nem növesztettek agancsot, ellentétben azokkal, melyeknek növekedési hormont, tiroxint, és tesztoszteront adtak. A szerzők úgy vélték, hogy hipofízeális „agancsnövekedési stimulus”-, illetve növekedési hormon (Growth Hormone, GH) nélkül agancsnövekedés nem lehetséges (*Hall mtsai.*, 1966).

A glükokortikoidok blokkolják a csontok növekedését, beleértve az agancsot is, a porc- és a porcos váz képződésének zavarásával. Nagyon nagy dózisú kortizol kezeléssel gátolható legnagyobb valószínűséggel az agancsnövekedés (*Bubenik*, 1982).

Több tanulmány eredménye alapján úgy tűnik, hogy egyetlen hormon nem lehet felelős az agancsszövet növekedésért. *Bubenik* (1982) szerint legvalószínűbb, hogy több faktor együttes jelenléte segíti a folyamatot.

A hipofízisből származható „agancsnövekedési stimulus”-ként szóba került a prolaktin és a növekedési hormon. Ezenkívül számításba jöhetnek a szintén anabolikus hatású, nagyon fontos tiroid hormonok, melyek a pajzsmirigyben termelődnek.

Prolaktin (PRL)

Bubenik (1982) kimutatta, hogy a PRL hormon szintje nagyon megemelkedik májusban és júniusban. Ez egybeesik az agancs legintenzívebb növekedésével. Korábban ivaréret előtt ivartalanított gímszarvas bikákat PRL-lel kezeltek agancs vagy agancstő növekedés serkentése céljából, ennek ellenére a bikák nem növesztettek agancsot. További indok a PRL-lel, mint „agancsnövekedési stimulus”-sal szemben az, hogy a tavaszi hormonemelkedés összefüggésben van a fotoperiódussal.

Növekedési hormon (GH – growth hormon)

Az egyik még lehetséges hipofízisből származó „agancsnövekedési stimulus” a növekedési hormon. A maximum szintet fehér farkú szarvasbikákban csak az agancsnövekedés kezdetét megelőzően éri el. Utána gyorsan csökken és a legintenzívebb agancsnövekedéskor – kora nyáron – a GH majdnem mélyponton van. Ráadásul a GH gátlásával nem lehet lényegesen csökkenteni az agancsnövekedést.

Bubenik (1982) szerint egyik hipofízis hormon sem sorolható a legfontosabb agancsnövekedést támogató faktorok közé.

Tiroid hormonok (trijódtironin, T₃; tiroxin, T₄)

A pajzsmirigy aktivitás tavasszal emelkedik a szarvasfélék szervezetében. A szezonális T₄ és T₃ szint május–júniusban éri el a maximumot őzbakokban. A T₄ hormonnal kezelt fiatal őzbaknál, fokozott agancsnövekedést tapasztaltak. Ezen kívül dám szarvasokban

(*Dama dama*) az intramuscularis T₄ kezelés is serkentette az agancsnövekedést. Ezekkel ellentétben T₄-gyel kezelt ivartalanított őzbak- vagy pajzsmirigy eltávolított fehér farkú szarvasbikánál nem tapasztaltak változást az agancsfejlődésben. Ezekre az információkra alapozva nem biztos, hogy a tiroid hormonok részt vesznek a fokozott agancsnövekedésben jóllehet, mint szinergista anabolikus hormonok minden növekedési folyamatot segítenek. Ebben a tulajdonságban hasonlóak a növekedési hormonhoz, amellyel a csontnövekedést segítő hormonok erős kombinációját alkotják, és ezáltal fontosak lehetnek az agancsfejlődésben (*Bubenik, 1982*).

Tesztoszteron

1940 óta ismert, hogy a tesztoszteron indukálja az agancs mineralizációját. Ismert az is, hogy az androgének kétféle módon hatnak a csontszövet növekedésére. Egyrészt a tesztoszteron segíti a csontok növekedését azzal, hogy aktiválja az anabolikus anyagokat, melyek részt vesznek a csontmátrix szintézisben. Másik nagy jelentősége a véráramban keringő androgéneknek a pubertás végén van, mert segítik a gyors mineralizációt és az epifizis porc csontosodását, mely a hosszanti növekedés megállását eredményezi (*Bubenik, 1982*).

Az éves agancsnövekedési ciklus szoros kapcsolatban van a reprodukciós ciklus aktivitásával (*Lincoln (1971)* „ismétlődő pubertás”). A pubertás alatt a szarvasok heréje rövid időre aktiválódik, szabályszerűen indukálva az agancstő növekedést. Ivarérett szarvasfélékben rövid a tavaszi here aktiváció (melyet a nappalok hosszának növekedése indukál), mely együtt jár a gonadotropin szint emelkedéssel. Ezzel együtt az ösztadiol szint is emelkedik, mely jelentős mennyiségben a hím nemi mirigyben termelődik. Valószínűleg ez fő inhibitora a gonadotropinnak és enzim gátlással közvetlenül csökkenti a tesztoszterontermelést a herében, beleértve a tesztoszteron szintézis enzimét is. Valószínű, hogy ezen feedback mechanizmusoknak köszönhetően ilyen rövid a tavaszi tesztoszteron szintézis. Annak ellenére, hogy a tesztoszteron szint tavasszal elég magas ahhoz, hogy elkezdődjön az agancsnövekedés, mégsem éri el a csontszövet mineralizációjához- és a bőgésre jellemző viselkedés kialakításához szükséges szintet (*Bubenik, 1982*).

Az eddigi ismeretek alapján elmondható, hogy a tesztoszteron a legfontosabb „agancs növekedési stimulus”. Egyetértve *Wislocki (1943)* elméletével, a gonád tengely serkentése hipofízis faktorokat igényel (*Bubenik, 1982*).

A szarvasfélék törzsfejlődése

Más-más szarvasfajok evolúciója különböző hosszúságú. Hosszú törzsfejlődés után vált a agancs érzékenyebbé a nemi hormonok működésére. A törzsfejlődéstanilag fiatalabb (később kialakult) szarvas fajok agancsa – mint például a rénszarvas – kevésbé érzékeny a nemi hormonokra, mint a törzsfejlődéstanilag öregebb őz (*Bubenik, 1982*).

Az ivartalanított rénszarvas bikák agancsa szinte teljesen mineralizálódik, de barkás marad. Ellenben más szarvas fajokkal, az ivartalanított rénszarvas normális időben hullatja az agancsát (*Bubenik, 1982*).

Ezzel szemben őzek esetében csak a hímnek van agancsa és annak növekedése szinte teljesen a nemi hormonok jelenlététől függ. Ivartalanítás után az agancsszövet egy felismerhetetlen, bizzar tumorszerű képződményt hoz létre, melyet „parókának” hívnak, és általában néhány hónapon belül az állat elhullásához vezet (*Leitold, 2004*). Ivartalanítva egy közepes törzsfejlődésű gím-, dám- vagy fehér farkú szarvast, sokkal kevésbé mineralizálódott agancsot építenek, ami lassabban nő, mint az ép állaté.

A nőivarú rénszarvas agancsciklusát legalább részben a petefészek vagy placenta hormonok szabályozzák. A nem vemhes rénszarvas tehének májusban hullatják az agancsukat, míg a vemhesek csak az ellés után, júniusban (*Bubenik, 1982*).

A mineralizáció szabályozása

A GH, a PRL, és a tiroxin hatás is lehetséges az agancsnövekedésben, azonban valószínű, hogy nem ezek a fő hormonok az agancs mineralizációjában. A rendelkezésre álló adatok azt mutatják, hogy a legfontosabb hormoncsoport az agancsszövet mineralizációjában, száradásában és tisztításában a szteroidoké. Alacsony szintű tesztoszteron az inaktív szaporodásbiológiai fázisban szükséges a fokozatos agancscsontosodáshoz. Elegendő mennyiségű androgén nélkül az agancsfelépítése megáll az elsődleges csont szintjén és barkában marad. Ezen állatok agancsa csak a szivacsos csontok gerendás szerkezetét formázza, a körkörös tömör csont nélkül, ami jellemző a normális bakok, bikák agancsára (Bubenik, 1982).

A női szteroid hormon, a szintetikus ösztadiol, nagyon hatásosnak bizonyult az agancs-mineralizáció szempontjából. Az ösztrogén-aktivitás blokkolásának eredményei az agancsfejlődésben kimutatják, hogy az ösztrogén hozzájárul az agancsfejlődés végéhez azzal, hogy lassítja a csontépítés folyamatát. Ezzel lehetővé teszi az agancs átférféldését és az összes szükséges összetevő beépülését a végső éréshez (Bubenik, 1982).

A barka száradása néhány napig tart. A vérkeringés megszűnése nagyon gyors. Úgy gondolják, ez a folyamat sok szempontból hasonlít egy szívizominfarktushoz. Az ásványi anyagok beépülése miatt érlemeszesedés következik be, mely az artéria megkeményedését okozza. Ez korlátozza a vérkeringést a szívizomban. Ezt követően bármilyen stressz (például az oxigén ellátás csökkenése) simaizom összehúzódást okoz az artéria falában. A véredények néhány percig tartó eltömődése trombózt és szöveti elhalást eredményez az erek által ellátott helyeken. Hasonló lehet a helyzet az agancs mineralizációja esetében is, mikor nem sokkal tisztítás előtt a barkás agancs artériáinak falában ásványi anyagok rakódnak le (Wislocki és Singer, 1946), és azok elzáródnak. Az agancsot tápláló artéria falának összehúzódását okozó stimulus a helyi szövetekből vagy a hypothalamus szimpatikus központjából eredhet. A hypothalamus visszahat az androgén bizonyos küszöbére, mely általában kicsit a szükséges küszöb alatt van a tisztítási viselkedés kezdetéig. A célszervek különböző androgén küszöbértékeket igényelnek (Lincoln, 1971). Bizonyos hypogonadikus (alacsony nemi hormon szintű) állatokon a barkás agancs teljesen kiszárad, viszont tisztítatlan marad (Taylor, 1964).

Az agancs szilárdulása együtt jár az ásványi anyagok mobilitásával a vázcsontokból (főleg bordák), amely a *parathormon* és *kalcitonin* segítségével lehetséges. A kalcitonint nagy mennyiségben termelik az őzbak pajzsmirigyének parafollikuláris sejtjei a mineralizáció szakaszában. A kalcitonin első csúcát júliusban éri el a gímszarvas vérében, mely az intenzív agancsnövekedés hónapja (Bubenik, 1982).

A tisztítás szabályozása

Feltehető, hogy a barka ledörzsölését egy központi idegrendszeri stimulus androgénnel indukálja. Ez a sarkkörhöz közelebb élő fajoknál nyár végén gyorsabban emelkedik, mint távolabb élő rokonaiknál. A dörzsölő viselkedés előidézője lehet a szenzoros pálya megszakítása az agancs és a központi idegrendszer között, melyet a barka elhalása okoz (Bubenik, 1982).

Élő barka dörzsölését tapasztalták már olyan egyedeken is, melyek agancsában előlték az idegeket (Wislocki és Singer, 1946).

A csontos agancs viselésének és a hullatás idejének hormonális szabályozása

Ismert tény, hogy a látszólag elhalt agancs és az élő agancstő közötti kapcsolat alapja a magas tesztoszteron szint. Mesterségesen előidézett magas tesztoszteron szint mellett a hím ivarú szarvasok nem hullattak agancsot (Waldo és Wislocki, 1951; Goss, 1963; Fletcher, 1978).

A hullatás komoly stresszel gátolható gímszarvas bikákban. Úgy tűnik, hogy az adrenokortikoidok, melyek hatással vannak az agancsnövekedésre (Bubenik, 1976), gátolhatják a hullatást. Topinski (1975) vizsgálatai szerint a kortizol kezelés nem késleltette a hullatást, viszont lehet, hogy a stressz ACTH szekréciót váltott ki és ez az adrenokortikoidok felszabadulását okozta, ami gátolta a hullatást. Ezenkívül tapasztaltak már egyoldali hullatást nagyobb stressznek kitett állaton (Topinski, 1975).

Az idegrendszeri szabályozás nem zárható ki az agancs hullatás esetében sem. Abnormális hullatást figyeltek meg fehér farkú szarvasokon, melyeknek agancsából eltávolították az idegeket (Wislocki és Singer, 1946). Előfordult már, hogy a hullatás nem következett be, bár az új stimulus az agancsnövekedésről már megérkezett. Ekkor az új agancs elkezdett nőni az agancstő jobb oldalán (Jaczewski és Galka, 1967; Topinski, 1975). Mikor a régi agancs véglegesen elkülönült az agancstőtől, már nem válhatott le, mert egészen körbe vette, magába foglalta az új agancs (Bubenik, 1966). Másrészt a tesztoszteron bizonyos küszöb alá esése előidézi az elhalt agancs elkülönülését az agancstőtől. Az ivartalanítás vagy antiandrogénnel való kezelés is hullatást eredményez 2–3 héten belül, tekintet nélkül az évszakra (Goss, 1963). A tesztoszteron szint küszöbértéke a hullatás indukálásához valószínűleg meghatározott.

Idő előtti agancshullatást idéz elő a *cyproterone-acetát* (CA), ami egy specifikus androgén receptor blokkoló. Néhány nappal a teljes tisztítás után az ezzel kezelt állatok 3–4 héten belül lehullatják az agancsukat, míg normál esetben ez csak később 6–8 hónap múlva következik be. A tisztítás egyáltalán nem történt meg, ha a CA kezelés kezdete még barkában történt (Bubenik, 1982).

Ismert, hogy a domináns (rangelső) hímivarú egyedek hullatnak először (Waldo és Wislocki, 1951; Bartos, 1980). Az ilyen állatokban a tesztoszteron szint gyorsan esik (Lincoln és mtsai., 1976; Mirarchi és mtsai., 1978). Ez a tesztoszteron-szintre történő erős *feedback* válasznak köszönhető. A párzási időszak (üzekedés) alatt sokkal magasabb a hormonszint tenyésztett egyedek vérében, mint a fiatalabbakéban (Bubenik és mtsai., 1977, 1979).

A fent leírtak alapján tehát a hullatás folyamatát általában a vér androgénszintjének csökkenése indítja el. A hullatást homogenizált mellékpajzsmirigy orális úton történő befecskendezésével is próbálták indukálni, de ez nem volt sikeres (Goss, 1963).

A régi agancs hullatásával a ciklus a végéhez ér, amelynek ideje függ a fajtól és a kortól. A következő agancs nagyon hasonló lesz az előzőhöz, de sosem lesz ugyanolyan. Az agancsnövekedés egy nagyon gyors folyamat, melyet számos külső és belső tényező befolyásol (Bubenik, 1982). Ezek optimális megléte nélkül nem fejlődik ki az agancs. A hiányos takarmányozás gyengébb agancsot eredményez számos szerző tapasztalatai szerint (French, 1956; Cowan and Long, 1962; Vogt, 1937; Hyvarien és mtsai., 1977).

A takarmányozás mellett fontos a szociális rangsorban elfoglalt hely, illetve annak megőrzése. A rangsorban alacsonyabban álló egyedek esetleg kevesebb takarmányhoz jutnak, valamint küzdenek az előre jutásért. Ezen kívül természetesen bármi, ami stresszt okoz az állatoknak, negatívan hat az agancsfejlődésre (Draskovich, 1951).

KÖVETKEZTETÉSEK

A szarvasfélék jellegzetes tulajdonsága, hogy minden évben agancsot fejlesztenek, majd később lehullatják. Az agancs szezonális megújulása egyedülálló példája a szervregenerációnak, ami más gerinces fajokban nem található meg. Szociális funkciója miatt az agancsfejlődés szoros kapcsolatban van minden egyes faj szaporodásbiológiai ciklusával.

A hím egyedek első agancsuk építésekor homlokcsontjukon (*os frontale*) ún. agancstövet fejlesztenek, majd ennek folytatásában növesztik agancsukat. Az első agancs növekedésének kezdete fajonként eltérő. Az agancs először egy finom szőrű bőrrel borított porcképződmény (ún. barkás agancs), amely nyár közepén elcsontosodik (mineralizáció). Az elcsontosodás befejezése közeledtével kialakul a hímivarra jellemző magatartásforma, a tisztítás. Ekkor az állat fákhoz, bokrokhoz dörzsöli az agancsát, ezzel letisztítja róla a barkát, illetve az agancs ágainak végét kifeni. Így készülnek fel a párzási időszakra, amelyre fajtól függően a nyár derekán, vagy ősszel kerül sor az északi féltekén. A csontos agancsot a szarvasok következő év kora tavaszáig viselik, ekkor lehullatják és elkezdik fejleszteni a következőt (kivétel az őz, és a dávid szarvas).

A gímszarvas rövidülő nappalos állatfaj. A bikákban szezonális jellegű változás az ivarsejtképződés (hereciklus) és az ehhez szorosan kapcsolódó agancsiklus. Ennek szabályozásában fontos szerepet játszik a melatonin. Ellenben az első agancs fejlődésében a fénynek csak kis szerepe van.

Az agancsfejlődés szabályozása neurohormonális úton történik. Az idegrendszer szabályozó szerepe számos kísérletben is bizonyítást nyert. Ezenkívül jelentős hatással bírnak a hormonok, melyek közül kiemelkedők az androgének. Ezek működését számos egyéb hormon és faktor segíti. Ezek mennyisége a bikák szervezetében az agancsfejlődés folyamán változik és együttesen eredményezik a szarvasfélék agancsának megújulását minden évben.

IRODALOMJEGYZÉK

- Anderson, A.E., Medin, D.E. (1971). Antler phenology in a Colorado mule deer population. *Southwest. Nat.*, 15. 485-494.
- Bartos, L. (1980). The date of antler casting, age and social relationships in the red deer stag. *Behav. Proc.*, 5. 298-301.
- Bubenik, A.B., Tachezy, R., Bubenik, G.A. (1976). The role of the pituitary-adrenal axis in the regulation of antler growth process. *Saugetierkundl. Mitt.*, 24. 1-5.
- Bubenik, G.A. (1982). The endocrine regulation of the antler cycle. A Proceeding of the First International Symposium of the Caesar Kleberg Wildlife Research Institute. 73-107.
- Bubenik, G.A., Bubenik, A.B., Brown, G.M., Wilson, D.A. (1977). Sexual stimulation and variation of plasma testosterone in normal, antiandrogen and antiestrogen treated white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) during the annual cycle. *Proc. 12th Int. Congress of Game Biol. Atlanmta.* 377-386.
- Bubenik, G.A., Bubenik, A.B., Zamecnik, J. (1979). The development of circannual rhythm of estradiol in plasma of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*). *Comp. Biochem. Physiol.*, 62. 869-872.
- Chunyi, L., Stanton, J.L., Robertson, T.M., Suttie, J.M., Sheard, P.W., Harris, A.J., Dawn, E.C. (2007). Nerve growth factor mRNA expression in the regenerating antler tip of red deer (*Cervus elaphus*). *Plos one.* 2. 1. 148.
- Cowan, R.L., Long, T.A. (1962). Studies on antler growth and nutrition of white-tailed deer. Paper No. 107 Pennsylvania Cooperative Wildlife Research Unit. 54-61.
- Draskovich, I. (1951). Szarvasgazdálkodás: Tanulmány a hibás gazdálkodásról és a tévedésekről, Javaslat az országban alkalmazható állománykezelésre. Budapest Kiadó.
- Fennessy, P.F., Suttie, J.M. (1985). Antler growth: nutritional and endocrine factor. In: *Biology of deer production. Proc. R. Soc. N.Z.* 22.239-250.

- Fletcher, T.J. (1978):). The induction of male sexual behavior in red deer (*Cervus elaphus*) by the administration of testosterone to hinds and estradiol-17B to stags. *Horm. Behav.* 11:74-88
- French, C.E., McEwen, L.C., Magruder, D.N., Ingran, R.N. Swift, R.W. (1956). Nutrient requirement for growth and antler development in white-tailed deer. *J. Wildlife Manage.* 20. 221-232.
- Gaspar-López, E., José García, A.J., Landete-Castillejos, T., Carrión, D., Estevez, J.A., Gallego, L. (2008). Growth of the first antler in Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*). *Eur. J. Wildl. Res.*, 54. 1-5.
- Goss R.J. (1963). The deciduous of deer antlers. Mechanisms of Hard Tissue Destruction. *Am. Assoc. For the Adv. of Sci.*, 25. 339-369.
- Goss, R.J. (1982). Control of deer antler cycles by the photoperiod. Antler development in cervidae. A Proceeding of the First International Symposium of the Caesar Kleberg Wildlife Research Institute. 1-14.
- Goss, R.J. (1983). Deer antlers Regeneration, Function and Evolution. Academic Press.
- Hall, B., Canong, W.F., Taft, E.B. (1966). Hypophisectomy in Virginia deer; technique and physiologic consequences. *Growth.* 30. 383-392.
- Husvéth F. (1994). A háziállatok élettana és anatómiája. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 1994. 636
- Hyvarien, H., Kay, R.N.B., Hamilton, W.J. (1977). Variation in the weight, specific gravity, and composition of the antlers of red deer (*Cervus elaphus L.*). *Br. J. Nutr.*, 28. 301-311.
- Jawecki, Z., Galka, B. (1967). Effect of administration of testosterone propionicum on antler cycle in red deer. *Finnish Game Res.*, 30. 303-308.
- Lebedinsky, N.G. (1939). Beschleunigung der Geweihmetamorphose beim Reh (*Capreolus capreolus L.*) durch das Schilddrüsenhormon. *Acta Biol. Latv.*, 9. 125-132.
- Leitold, J., Hinger, S., Kulcsár, M., Huszenicza, Gy. (2004). Rendellenes agancsfejlődés előzetesen ivartalanított őzbakon (*Capreolus careolus L.*) és az agancs műtéti eltávolítása. *Állatorvosok Lapja.* 4. 126. 231-236.
- Lijuan, Gu, Eunkyong Mo, Zhihong Yang, Xuemei Zhu, Zheming Fang, Baishen Sun, Chunyan Wang, Jianfeng Bao, Changkeun Sung (2007). Expression and localization of insuline-like growth factor-I in four parts of red deer antler. *Growth Factors*, 25. 4. 264-279.
- Lijuan Gu, Eunkyong Mo, Zhihong Yang, Zheming Fang, Baishen Sun, Chunyan Wang, Xuemei Zhu, Jianfeng Bao, Changkeun Sung (2008). Effect of red deer antler on cutaneous wound healing in full-thickness rat models. *Asian-Australian Journal of Animal Sciences.* 2008.
- Lincoln, G.A. (1971). Puberty in a seasonally breeding male the red deer stag (*Cervus elaphus L.*). *J. Reprod. Fert.*, 25. 41-54.
- Lincoln, G.A. (1973). Appearance of antler pedicles in early foetal life in red deer. *J. Embryol. Exp. Morphol.*, 29. 431-437.
- Lincoln, G.A., Fletcher, T.J. (1976). Induction of antler growth in a congenitally polled Scottish red deer stag. *J. Exp. Zool.*, 195. 247-262.
- Mirarchi, B.E., Howland, B.E., Scanlon, R.E., Kirkpatrick, R.L., Sanford, L.M. (1978). Seasonal variation in plasma Lh, FSH, prolactin and testosterone concentrations in adult male white-tailed deer. *Can. J. Zool.*, 56. 121-127.
- Peterson, R.L. (1955). „North American Moose.” Univ. of Toronto Press, Toronto.
- Sugden, L.B. (1964). An antler calf moose. *J. Mammal.*, 45. 490.

- Suttie, J.M., Kay, R.N.B. (1982). The influence of nutrition and photoperiod on the growth antlers of young red deer. In: Brown RD (ed) Antler development in Cervidae. Caesar Kleberg Wildlife Research Institute, Kingsville, TX, USA, 61-71.
- Tegner, H. (1961). Horn growth in infant roe deer. Proc. Zool. Soc., 137. 635-637.
- Topinski, P.(1975). Abnormal antler cycles in deer as a result of stress inducing factors. Acta Theriologica. 20. 267-279.
- Vogt, F. (1937). Neue Wege der Hege. 1 Auflage, Neudamm: Neumann, 1937. 165 p.
- Waldo, C., Wislocki, G.B. (1951). Observation on the shedding of the antler of Virginia deer (*Odocoileus virginianusborealis*). Am. J. Anat., 88. 351-396.
- Wislocki, G.B. (1943). Studies on growth of deer antlers. Essays in biology, Univ. Calif. Press. 631-653.
- Wislocki, G.B., Singer, M. (1946). The occurrence and function of nerves in the growing antlers of deer. J. Comp. Neurol., 85. 1. 19.
- Zimmer, A. (1905). Die Entwicklung und Ausbildung des Rehgehorns, die Grösse und das Körpergewicht der Rehe. Zool. Jahrb., Abt. Syst. (Dekol.) Geogr. Biol., 22. 1-58.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Bokor Julianna

Kaposvári Egyetem, EC Vadgazdálkodási Tájéközpont,
7400 Kaposvár Guba Sándor u. 40.

Kaposvár University, Health Center, Deer Branch
H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

Tel./Fax: +36-82-570-519

e-mail: sebestyen.julianna@sic.hu



***Clostridium perfringens* spórák hőtűrésének vizsgálata**

Sipos-Kozma Zs., Szigeti J., Varga L., Ásványi B.

Nyugat-Magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony utca 15-17.

ÖSSZEFOGLALÁS

Vizsgálataink célja víziszárnyas májából előállított félkonzervek tartósításához szükséges minimális hódózis érték meghatározása úgy, hogy a hőkezelési hőmérsékletek ne haladják meg a 100 °C-t. Clostridium perfringens NCAIM-B-01417 törzset spóráztattuk tápvelesben, majd az előállított spóraszuszpenzióval végeztük el a hőkezelési vizsgálatokat 80 °C, 85 °C, 90 °C, 95 °C-on. A kísérletek során 80 °C és 85 °C-on 45 perces, 90 °C-on 15, míg 95 °C-on 6 perces hőntartást végeztünk. Meghatároztuk a hőkezelés paramétereit és megállapítottuk, hogy a Clostridium perfringens NCAIM-B-01417 törzs esetében 85 °C-on 29 percre, míg 95 °C-on 5 percre van szükség a spórák két nagyságrendnyi csökkenéséhez, tehát lehetséges az alacsonyabb hőkezelési hőmérséklet alkalmazása a biztonságos mértékű spórapusztítás eléréséhez.

(Kulcsszavak: *Clostridium perfringens*, spóra dúsítás–szaporítás, hőkezelés)

ABSTRACT

Heat resistance of *Clostridium perfringens* spores

Zs. Sipos-Kozma, J. Szigeti, L. Varga, B. Ásványi
University of West Hungary, Faculty of Agricultural and Food Science
H-9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony utca 15-17.

The purpose of our researches is to find out the minimal heat-dose, which is enough for canning the seafoowl liver conserves. It is crucial that the temperature, used during the heat treating cannot exceed 100 °C. *Clostridium perfringens* NCAIM-B-01417 tribe was developed in a certain broth, then the developed spore suspension was used for the heat treatment in 80 °C, 85 °C, 90 °C, 95 °C. During the heat treatment researches we kept the spore suspension on 80 and 85 °C for 45 minutes, on 90 °C for 15 minutes, on 95 °C for 6 minutes. After considering the parameters, it was declared that in for the *Clostridium perfringens* NCAIM-B-01417 tribe on 85 °C temperature 29 minutes, on 95 °C 5 minutes were needed for decreasing the number of spores with log₂. Consequently, it is possible to use lower temperature for the safe elimination of spores.

(Keywords: *Clostridium perfringens*, spore concentration- multiplication, heat-treatment)

BEVEZETÉS

Kísérletünk során *Clostridium perfringens* anaerob, patogén mikroorganizmus spóráinak hőtűrését vizsgáltuk, abból a célból, hogy megállapítsuk a minimális hódózis értéket úgy, hogy a hőkezelés hőmérséklete ne haladja meg a 100 °C-ot. Erre azért volt szükség, mert víziszárnyas májából olyan félkonzervet kívánunk előállítani, amelyek versenyképesek a hasonló francia termékekkel. A félkonzervek túlélő mikroflórája

között megtalálhatóak az anaerob spórás baktériumok. Ezek közül az egyik legjelentősebb a *Clostridium perfringens*.

Kísérleteink jelentőségét az is mutatja, hogy korábbi vizsgálatok során víziszárnyas májából izoláltak grammonként 5–10 db *C. perfringens* spórát (Turcsán et al., 2001), amely a Magyarországon alkalmazott melegbontásos technológiával magyarázható.

A *Clostridium perfringens*-t 1892-ben írta le Welch, aki *Bacillus aerogenes capsulatus*-nak nevezte el, később a *Bacillus phlegmonis emphysematosae* vagy a Fränkel-bacillus nevet kapta (Alföldy et al., 1963). Régebben *Clostridium welchii* néven volt közismert. A *C. perfringens* enterotoxint (CPE) termel sporuláció közben, amely általában a vékonybélben fordul elő. A CPE gén az ételmérgezéssel van kapcsolatban, általában a kromoszómában helyezkedik el, míg a nem ételmérgező CPE gén általában plazmidon kódolt formában található (Collie és McClane, 1998).

A *Clostridium perfringens* ételmérgezésben játszott szerepét a hetvenes évek végén ismerték fel (Wolf és Lechowich, 1989). A *Clostridium perfringens* okozta ételmérgezés akkor fordulhat elő, ha a húst a hőkezelést követően, nem megfelelően tárolják. Az oxigénszint ugyanis elegendő mértékben redukálódik a hőkezelés során ahhoz, hogy az obligát anaerob klosztridiumok elszaporodhassanak (Farkas et al., 1978). Ételmérgezés létrejöttéhez 10^6 - 10^7 /g mennyiségben jelen lévő, életképes vegetatív sejt szükséges (McNamara és Lattuade, 1998), azonban 10^5 /g csíraszám is elegendő a megbetegedés létrejöttéhez (Labbe és Juneja, 2002; Rodler, 2005). Az ételmérgezés következtében fellépő hasmenés és a hasi fájdalom 8–14 órával a fertőzött étel fogyasztását követően jelentkezik, és 2–24 óráig tart. Általában egy nap elteltével a tünetek megszűnnek (Hobbs et al., 1953).

A mikroorganizmusok hőpusztulása

A mikroorganizmusok hőtűrése elsődlegesen genetikailag meghatározott faji tulajdonság, ami a környezeti körülmények szerint változhat. A mikroorganizmusok pusztulását a szaporodásra képes, túlélő sejtek kimutatásával vizsgáljuk. A túlélési görbe ideális esetben teljes egészében, egyébként csak egy bizonyos szakaszban lineáris, vagyis az élősejt-szám változása nem mindig exponenciális jellegű. A nem exponenciális jellegű pusztulási folyamat magyarázata a mikrobapopuláció sejtjeinek eltérő rezisztenciája. Amennyiben a pusztulás nem exponenciális, akkor a pusztulási sebesség, illetve a tizedelési idő (D) nem állandó, és nem lehet a többségi pusztulási időt a D többszörösével számolni (Deák, 2006).

A mikroorganizmusok hőpusztulásának vizsgálatához elengedhetetlen a tizedelési idő (D), a z-érték, a hőmérsékleti együttható (Q_{10}), a relatív pusztulási sebesség és idő (RPS; RPI) megállapítása, amelyek kísérleteink során *C. perfringens* esetében meghatározásra kerültek. Ha 't' az időtartam, amely alatt a túlélő sejtek száma tizedére csökken, akkor a tizedelési idő (D) fogalmához jutunk (Deák, 1979):

$$D = \frac{t}{\lg(N_1) - \lg(N_2)} \quad (1)$$

ahol: t a hőkezelés teljes időtartama [min],

N_1 a kiindulási sejtkoncentráció,

N_2 a végső sejtkoncentráció.

A mikroorganizmusok hőtűrése különböző és hőpusztulási sebességük is változik a hőmérséklettel, ezt jelzi a z-érték, ami a hőrezisztencia jellemzője, és a többségi pusztulási görbe meredekségének negatív reciproka (Deák, 2006):

$$\operatorname{tg} \alpha = -\frac{1}{z} \quad (2)$$

A hőmérsékletfüggés jellemzésére a hőmérsékleti együttható is (Q_{10}) használatos. A Q_{10} és a z -értékek közötti összefüggés meghatározása a többségi pusztulási görbe meredeksége alapján (Deák et al., 1999):

$$Q_{10} = 10^{\frac{10}{z}} \quad (3)$$

A többségi pusztulási görbe egyenletét meghatározva, bármely hőmérsékletre kiszámíthatjuk a pusztulási időt.

$$\lg \frac{F}{t} = \frac{T - T_{ref}}{z} = RPS \quad (4)$$

A $\lg F/t$ értékből származtatható az ún. relatív pusztulási sebesség (RPS) fogalma, amely azt fejezi ki, hogy az adott mikroba pusztulási sebessége valamely tetszőleges T hőmérsékleten hányszorosa, vagy hányad része a referencia hőmérsékleten (T_{ref}) mérhető sebességnek. A relatív pusztulási sebesség reciproka a relatív pusztulási idő (RPI) (Kovács, 1997).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatainkat a Mezőgazdasági és Ipari Mikroorganizmusok Nemzeti Gyűjteményéből (NCAIM) vásárolt *Clostridium perfringens* NCAIM-B-01417 törzssel végeztük. A liofilezett törzset 500 cm^3 Reinforced Clostridial Medium (RCM) tápveszben élesztettük fel, és anaerob körülmények között $37 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ -on 7 napig inkubáltuk, ezt követően $4 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ -os hűtőbe helyeztük 24 órára. Az elkészült tenyészetek tisztaságát Gram festéssel, valamint RapidTM ANA II System (Remel, Lenexa, USA) segítségével ellenőriztük.

Az inkubálást követően 30 cm^3 -es steril centrifugacsövekbe osztottuk szét a szuszpenziókat, majd $10 \text{ }^\circ\text{C}$ -on 4500 g -n centrifugáltuk. Ezt követően a keletkezett felülúszót eltávolítottuk, majd negyed-erősségű Ringer oldattal töltöttük fel a centrifugacsövek tartalmát.

Vegetatív sejtszám és spóraszám meghatározása

A tisztítást követően meghatároztuk a szuszpenzió vegetatív sejtszámát és spóraszámát. Az előbbi esetben Plate Count (PC) és Tryptose Sulfito Cycloserine (TSC) agarral végeztünk lemezöntést, utóbbi esetében pedig $80 \text{ }^\circ\text{C}$ -on 10 percig tartó hőkezelést követően az előzőekben említett táptalajok segítségével határoztuk meg a vegetatív sejt és spóraszámot. A lemezeket $37 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ -on, 3 napig (PC), illetve $44 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ -on 1 napig (TSC) anaerob körülmények között inkubáltuk.

A tizedelési idő (D) és a z -érték meghatározási kísérletekhez szükséges spórakoncentráció eléréséhez egy-egy centrifugacső tartalmát a spórázás elősegítése céljából 100 cm^3 Duncan és Strong (1968) által javasolt és azóta is alkalmazott (Byrne és munkatársai, 2006) spóráztató tápveszbe helyeztük. Az inkubálást három napig anaerob körülmények között $37 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ -on végeztük, majd az inkubációs idő lejárta után egy napra $4 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ -os hűtőszekrénybe helyeztük. Ezt követően meghatároztuk ismételen a spóraszámot a már említett módszer alapján.

Hőkezelési kísérletek

A spóráztatás után a *Clostridium perfringens* NCAIM-B-01417 spórasuszpenzió $10\text{--}10 \text{ cm}^3$ -ét steril kémcsöbe pipettáztuk és $80 \text{ }^\circ\text{C}$, $85 \text{ }^\circ\text{C}$, $90 \text{ }^\circ\text{C}$, $95 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű

vízfürdőben hőkezeltük. A *Clostridium perfringens* NCAIM-B-01417 törzssel 80 °C 45 percig, 85 °C-on 30 percig végeztük a hőkezelést 5 percenkénti leoltásokkal, 90 °C-on 10, míg 95 °C-on 6 percig tartottak a hőkezelési vizsgálatok, percenkénti leoltásokkal. A hőkezelt spóraszuszpenzióból lemezöntéses módszerrel PC táptalajon meghatároztuk a spóraszámot anaerob körülmények között 37±1 °C-on, 3 napig inkubálva. Az inkubációs idő lejártá után a csíraszámot az értékelésbe bevont lemezeken megszámlált telepszámok súlyozott átlagaként adtuk meg a hígítás mértékének figyelembe vételével az alább képlet segítségével:

$$\bar{C} = \frac{\sum c}{(n_1 + 0,1n_2) \times V \times d} \quad (4)$$

\bar{C} = telepszám súlyozott középértéke,
 $\sum c$ = a számításba bevont valamennyi lemez telepeinek összege,
(legalacsonyabb és az azt követő kiértékelhető hígítási fokok),
 n_1 = az első kiértékelhető hígítási fokhoz tartozó lemezek száma,
 n_2 = a következő kiértékelhető hígítási fokhoz tartozó lemezek száma,
 d = az első kiértékelési szint hígítási foka,
 V = a lemezekre vitt kultúra mennyisége (jelen esetben 1 ml).

A hőkezelési vizsgálatokat 3–3 független ismétlésben, két párhuzamos kísérletben végeztük.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Vegetatív sejtszám és spóraszám meghatározás eredményei

A *Clostridium perfringens* NCAIM-B-01417 törzs felélesztés után előállított tömény szuszpenziójában a vegetatív sejtszám PC táptalajon $1,6 \times 10^3$, TSC táptalajon $1,5 \times 10^3$ volt. A szuszpenzióban spórázó alakot nem mutattunk ki, ezért a spórázás elősegítése érdekében spóráztató táplevesbe helyeztük. A *Duncan és Strong* (1968) által ajánlott táplevesben elvégzett spóráztatás eredményeként a *Clostridium perfringens* NCAIM-B-01417 spóraszám $2,8 \times 10^4$ CFU/cm³ lett.

Hőkezelési kísérletek eredményei

A 80 °C, 85 °C, 90 °C, 95 °C-on elvégzett hőkezelési kísérletek eredményeit az 1. ábra szemlélteti.

A három független ismétlés, valamint az ezeken belüli párhuzamosok *Clostridium perfringens* NCAIM-B-01417 spóraszámait között nem mutatkozott szignifikáns ($P < 0,05$) eltérés.

Clostridium perfringens NCAIM-B-01417 túlélési görbéiből (1. ábra) megállapítható, hogy 80 °C-on a kiindulási $2,8 \times 10^4$ CFU/cm³-es spóraszám a hőntartási idő 45. percére egy nagyságrenddel csökkent ($9,8 \times 10^2$ CFU/cm³). A 85 °C-on a kiindulási spóraszám $2,8 \times 10^4$ CFU/cm³ volt, amely a vizsgálat 30. hőntartási percére $2,3 \times 10^2$ CFU/cm³-re csökkent. 90 °C-on a *C. perfringens* NCAIM-B-01417 kiindulási spóraszám $2,8 \times 10^4$ CFU/cm³ volt, amely a hőkezelés 10. percére közel három nagyságrendet csökkent ($3,9 \times 10^1$ CFU/cm³). 95 °C-on a hőkezelés 6 perce alatt a kezdeti $2,8 \times 10^4$ CFU/cm³-es spóraszám $4,7 \times 10^1$ CFU/cm³-re csökkent. A túlélési görbe lineáris szakaszáról a tizedelési idő (D) kiszámítható, amelyeket az 1. táblázatban foglaltunk össze.

1. ábra

Clostridium perfringens NCAIM-B-01417 túlélési görbéje 80 °C, 85 °C, 90 °C, 95 °C-on
(az adatok hat vizsgálat átlagát±szórását jelölik)

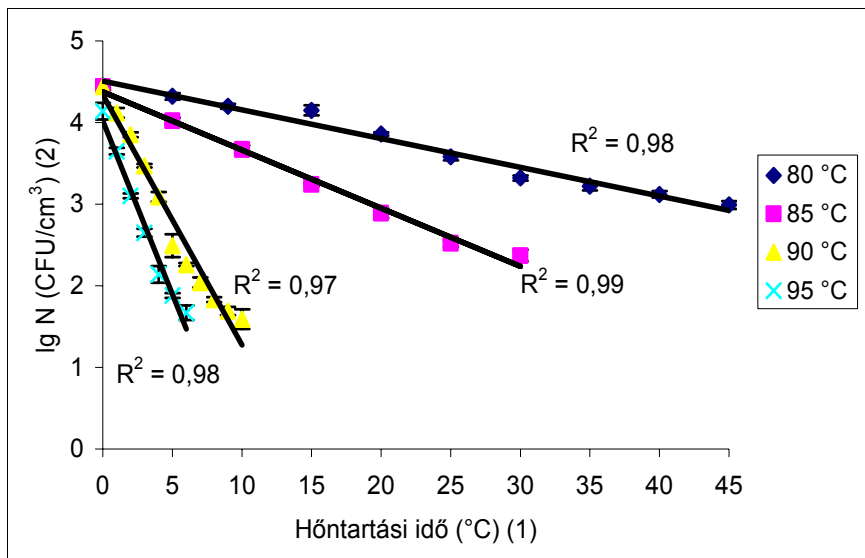


Figure 1: Survival curves of *Clostridium perfringens* NCAIM-B-01417 at 80 °C, 85 °C, 90 °C and 95 °C (Whiskers indicate standard deviations calculated from six observations (two samples, three replicates))

Heating time (min)(1), colony forming unit(2)

1. táblázat

Clostridium perfringens NCAIM-B-01417 tizedelési, lg D és lg t értékei

Hőkezelés hőmérséklete (°C) (1)	Tizedelési idő-D (min) (2)	lg D (3)	lg t (4)
80°C	30,8±0,91	1,49±0,01	2,57±0,01
85°C	14,5±0,34	1,16±0,01	2,24±0,01
90°C	3,5±0,11	0,54±0,01	1,62±0,01
95°C	2,5±0,28	0,39±0,05	1,47±0,05

Table 1: D, lg D and lg t values of *Clostridium perfringens* NCAIM-B-01417

Heating temperature (°C)(1), Decimal reduction time (min)(2), lg D value(3), lg Decimal reduction time (min)+ lg 12 (lg12=12D)(4)

A tizedelési idő (D) a *C. perfringens* NCAIM-B-01417 spórák esetében vizsgálataink szerint 30,8 perc (D_{80}) és 2,5 perc (D_{95}) között alakult. Byrne és munkatársai (2006) ugyanezen fajnál magasabb D-értékeket határoztak meg: 30,6 perc (D_{90}) és 1,9 perc

(D_{100}). Bradshaw és munkatársai (1977) által publikált D-érték 0,5 és 0,95 perc (D_{110}) között alakult marhahúslevesben. Sarker és munkatársai (2000) 124 és 30 perc közötti D_{100} -értékeket mértek levestenyészetben, míg Juneja és munkatársai (2003) 15,5 és 28,1 perc közötti D_{100} -értékeket publikáltak marhahúslevesben.

Abban az esetben, ha a tizedelési idők szórásának szélső (legelőnytelenebb) értékeit alkalmazzuk, akkor a z-értékben $\pm 0,3$ eltérés mutatkozik. Azonban az általunk elvégzett vizsgálatok során a tizedelési idők középértékeit vontuk be számításainkba. A tizedelési idők logaritmusát a hőmérséklet függvényében ábrázolva kaptam a rezisztencia, vagy pusztulási görbét. A gyakorlatban azonban a hőmérséklet függvényében a többségi pusztulási időket szokták ábrázolni, ebben az esetben a többségi pusztulási görbét kapjuk (Deák et al., 1999) (2. ábra).

2. ábra

Clostridium perfringens NCAIM-B-01417 hőrezisztencia és többségi pusztulási görbéje

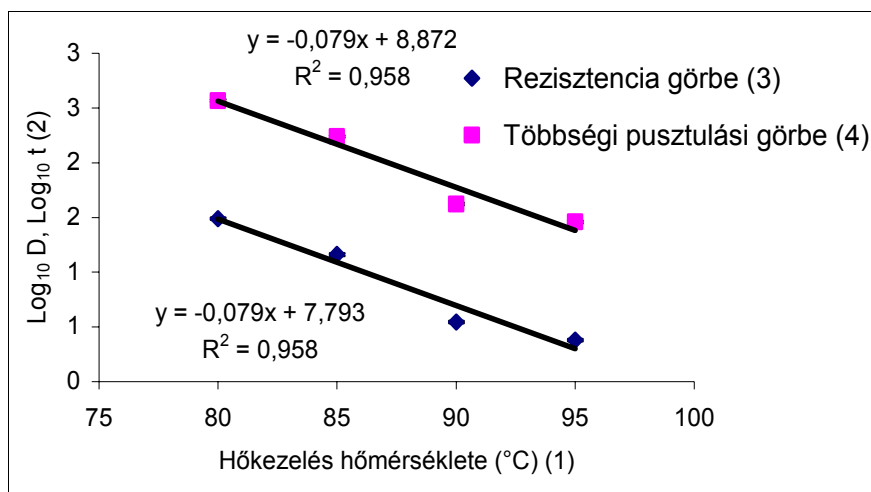


Figure 2: Thermal resistance and death time curves of *Clostridium perfringens* NCAIM-B-01417

Thermal resistance curve(1), Death time curve(2), Heating temperature (°C)(3), lg D value and lg Decimal reduction time (min)+ lg 12 (lg12=12D)(4)

A 2. ábrán látható többségi pusztulási görbére illesztett egyenes meredeksége alapján meghatároztam a z-értéket és a hőmérsékleti együtthatót (Q_{10}). Amint az korábban látható volt a z-érték és a többségi pusztulási görbe között függvényszerű kapcsolat van (2). A számított z-érték *Clostridium perfringens* NCAIM-B-01417 esetében 12,7 °C, Q_{10} értéke pedig 6,1, azaz a hőmérséklet 10 °C-kal való emelése 6,1-szeresére növeli a törzs pusztulási sebességét.

A kiszámított z-értékből meghatároztuk a hőkezelési hőmérsékletekhez tartozó relatív pusztulási sebesség (RPS) és relatív pusztulási idő (RPI). A referencia hőmérsékletnek (T_{ref}) 100 °C-ot választottunk, mivel a félkonzervek maximális

hőmérséklettartománya 90–105 °C. A *Clostridium perfringens* NCAIM-B-01417 relatív pusztulási sebességét (RPS) és relatív pusztulási idejét (RPI) a 2. táblázatban foglaltuk össze.

2. táblázat

Clostridium perfringens NCAIM-B-01417 relatív pusztulási sebessége és ideje

Hőkezelés hőmérséklete (°C) (1)	Relatív pusztulási sebesség (RPS) (2)	Relatív pusztulási idő (RPI) (min) (3)
80 °C	0,027	37
85 °C	0,066	15
90 °C	0,163	6
95 °C	0,404	2,5

Table 2: Relative death rates and times of *Clostridium perfringens*

Heating temperature (°C)(1), Relative death rate (RDR)(2), Relative death time (RDT)(3)

A 2. táblázatból megállapítható, hogy a *Clostridium perfringens* NCAIM-B-01417 esetében 95 °C-on a relatív pusztulási sebesség 0,404, a relatív pusztulási idő 2,5 perc, tehát 95 °C-on a mikrobapusztítás sebessége 0,404-ed része a 100 °C-on mérhetőnek, így ahhoz, hogy azonos mértékű pusztítást érjünk el, mint 100 °C-on 2,5 percet kell hőntartani.

KÖVETKEZTETÉSEK

A kívánatos két nagyságrendnyi spórapusztítás kísérletes igazolásához minimum 10^3 CFU/cm³ spórázó alak volt szükséges. A *Clostridium perfringens* törzs felélesztése után előállított tömény szuszpenzióban azonban nem volt spóra kimutatható, ezért Duncan és Strong (1968) által ajánlott spóráztató táplevesbe helyeztük. Az inkubálás után a húsanyagban 10^4 CFU/cm³ spórázó alakot tartalmazott.

Az elvégzett hőkezelési vizsgálatokból megállapítható, hogy *Clostridium perfringens* NCAIM-B-01417 esetében 85 °C-on a 29 percre, míg 95 °C-on 5 percre van szükség a spórák két nagyságrendnyi csökkenéséhez, ezért ennél a törzsnél lehetséges a 85 °C-os hőkezelési hőmérséklet alkalmazása a biztonságos spórapusztítás eléréséhez.

Az elvégzett hőtűrési vizsgálatok eredményeinek tükrében javasolt a *Clostridium perfringens* NCAIM-B-01417 mikrobával befertőzött kacsamáj félkonzervvel is elvégezni a hőtűrési vizsgálatokat. Erre azért van szükség, mert a víziszárnyasok mája olyan összetett mátrixot képvisel, amely lényegesen csökkentheti a hőpenetrációt, valamint védelmet nyújthat a mikrobák számára a hőkezelés során.

IRODALOM

Alföldy, Z., Ivánovics, Gy., Rauss, K. (1963): Orvosi Mikrobiológia. Medicina Egészségügyi Könyvkiadó, Budapest, 348-352.

- Bradshaw, J.G., Peeler, J.T., Twedt, R.M. (1977): Thermal inactivation of ileal loop-reactive *Clostridium perfringens* type A strains in phosphate buffer and beef gravy. *Applied and Environmental Microbiology*. 34. 280-284.
- Byrne, B., Dunne, G., Bolton, D.J. (2006): Thermal inactivation of *Bacillus cereus* and *Clostridium perfringens* vegetative cells and spores in pork luncheon roll. *Food Microbiology*. 23. 803-808.
- Collie, R.E., McClane, B.A. (1998): Evidence that the enterotoxin gene can be episomal in *Clostridium perfringens* isolates associated with non-food-borne human gastrointestinal diseases. *Journal of Clinical Microbiology*. 36. 30-36.
- Deák, T. (1979): Tartósítóiipari technológia. Kertészeti Egyetem, Budapest, 146.
- Deák, T. (2006): Élelmiszer-mikrobiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 47-48., 138.
- Deák, T., Lukosovics, F., Reichardt, O., J. Román, M. (1999): Mikrobiológiai gyakorlatok II. Interagent Kiadó és Nyomda Kft, Budapest, 67. 72.
- Duncan, C.L., Strong, D.H. (1968): Improved Medium for sporulation of *Clostridium perfringens*. *Applied Microbiology*. 16. 67-89.
- Farkas, J., Kiss, I., Ormay, L., Takács, J., Vörös, J. (1978): Mikrobiológiai vizsgálati módszerek az élelmiszeriparban 2.
- Hobbs, B.C., Smith, M.E., Oakley, C.L., Warrack, G.H., Cruickshank, J.C. (1953): *Clostridium welchii* food poisoning. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 51. 75.
- Juneja, V.K., Novak, J.S., Huang, L., Eblen, B.S. (2003): Increased thermotolerance of *Clostridium perfringens* spores following sublethal heat shock. *Food Control*. 14. 163-168.
- Kovács, Á. (1997): Az élelmiszertudomány alapjai III. Élelmiszerek mikrobiológiája és mikroökológiája. Pécsi Orvostudományi Egyetem Egészségügyi Főiskolai Kar, Pécs, 48. 199.
- Labbe, R.G., Juneja, V.K. (2002): *Clostridium perfringens* In: Foodborne Diseases. Academic Press, Amsterdam.
- McNamara, A., Lattuade, C. (1998): Examination of meat and poultry products for *Clostridium perfringens* USDA/FSIS Microbiology Laboratory Guidebook (3rd ed.). Food Safety and Inspection Services (FSIS). 1-8
- Rodler, I. (2005): Élelmezés- és táplálkozás. Medicina Könyvkiadó, Budapest, 446.
- Sarker, M.R., Shivers, R.P., Sparks, S.G., Juneja, V.K., McClane, B.A. (2000): Comparative experiments to examine the effects of heating on vegetative cells and spores of *Clostridium perfringens* isolates carrying plasmid genes versus chromosomal enterotoxin genes. *Applied and Environmental Microbiology*. 66. 3234-3240.
- Turcsán, J., Varga, L., Turcsán, Zs., Szigeti, J., Farkas, L. (2001): Occurrence of Anaerobic Bacterial, Clostridial, and *Clostridium perfringens* Spores in Raw Goose Livers from a Poultry Processing Plant in Hungary. *Journal of Food Protection*. 64. 8. 1252-1254.
- Wolf, I.D., Lechowich, R.V. (1989): Current issues in microbiological food safety. *Cereal foods World*. 34. 468-472.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Sipos-Kozma Zsófia

Nyugat-Magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Élelmiszertudományi Intézet

9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15-17.

University of West Hungary, Faculty of Agricultural and Food Science

Institute of Food Science

H-9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15-17.

Tel.: +36-96-566-733, Fax: +36-96-566-653

e-mail: kozmazs@mtk.nyme.hu



Munkakörtervezés az esélyegyenlőségi emberi erőforrás menedzsmentben

Dajnoki K.¹, Vörös P.², Bodor M.²

¹Debreceni Egyetem, 4032 Debrecen, Böszörményi u. 138.

²Kaposvári Egyetem, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

Magyarországon közel egymillió megváltozott munkaképességű és fogyatékos ember él, akiknek az aktív foglalkoztatása elenyésző. Ennek a munkaerő-forrásnak az aktivizálása az elkövetkező években, évtizedekben nagyon fontos gazdasági kérdéssé válik. A megváltozott munkaképességű emberek helyzetét nagymértékben meghatározza, hogyan gondolkodnak róluk, milyen szemléletmód alapján, s milyen mennyiségű és minőségű információkkal rendelkezik egy társadalom élethelyzetükről, képességeikről, céljaiáról. Mivel életünk jelentős részét munkavégzéssel töltjük, ezért fontos, hogy az olyan legyen, ami az elvárások többségének megfelel. Így az elvégzett munka nem csak alapvető biztonságérzetünk kialakításához járul hozzá, hanem hozzásegít önmagunk megvalósításához is. Továbbá a gazdaság és társadalom fejlődésének szempontjából is fontos, hogy a dolgozók számára megfelelő számú és minőségű munkahely biztosításán túl az egyéni igényeiket kielégítő munkavégzést is lehetővé tegyünk. Az általunk „Esélyegyenlőségi Emberi Erőforrás Menedzsmentnek” nevezett kutatási tevékenység célja, hogy feltárja a fogyatékosok foglalkoztatásának és menedzselésének feladatait, sajátosságait, eljárásait, módszereit. A cikk célja, hogy bemutassa, melyek azok a tényezők, amelyeket egy fogyatékos, vagy megváltozott munkaképességű személy munkakörének kialakításakor figyelembe kell venni. (Kulcsszavak: megváltozott munkaképesség, fogyatékos, munkakör, esélyegyenlőség)

ABSTRACT

Shaping Scope of Activities in Equal Opportunity Human Resource Management

K. Dajnoki¹, P. Vörös², M. Bodor²

¹University of Debrecen, H-4032 Debrecen, Böszörményi str. 138.

²Kaposvár University, H-7400 Kaposvár, Guba S. str. 40.

There are one million changed capacity and handicapped people in Hungary, their active employment is really low. The mobilization of this labour source will be of great importance in the following years, decades. Working chances of changed capacity persons are largely determined by how they are treated, by which aspect, and what kind of information a society access about their life, capacities and objectives. We spend most of our lifetime working, so it is vital to have such a job which meets all of our expectations. Working this way contributes not only to the creation of our security feeling, but helps to realize ourselves. Moreover, considering the development of economy and society, it is important that we let people work and meet their individual needs through securing adequate number and quality positions. The research objective of the dedicated „Equal Employment Opportunity Human Resource Management” is to reveal employment and

management tasks, characteristics, processes, methods. This article aims to introduce those factors, which should be taken into consideration at shaping scope of activities of a changed capacity or handicapped person.

(Keywords: changed capacity, handicapped person, scope of activities, equal opportunity)

BEVEZETÉS

Az évek előrehaladtával az egészségünk megromolhat vagy baleset érhet bennünket. A megváltozott munkaképességet okozó betegségek és sérülések sokféle formában befolyásolják az érintett személyek életét és ezzel együtt munkavégzésüket is. Ez a megváltozott élethelyzet számos esetben a munkahely elvesztésével jár, azonban, miután a betegség vagy sérülés miatti állapot már lehetővé tenné az újbóli munkába állást, a munkakeresés komoly nehézségekbe ütközik.

Magyarországon a szervezetek többsége jelenleg még vonakodik megváltozott munkaképességű személyeket foglalkoztatni. Ennek legfőbb oka, hogy az alkalmazás következménye egyáltalán előnynek vagy hátránynak fogható-e fel, vagyis milyen értékkel bír a munkaadó szemszögéből. *Fedor et al. (2007)* alapján olyan jellegzetes kérdések merülhetnek fel, hogy mennyire tudnak majd teljesíteni, mennyire lehet őket terhelni, milyen gyakran lesznek betegek, vagy hogyan tudnak majd beilleszkedni „egészséges” társaik közé. *Csízik és Schmotzer (2006)* szerint a megváltozott munkaképességű személyek foglalkoztatását akadályozhatják az előítéletek, valamint a negatív attitűdök, melyek legtöbbször a tudatlanságból, a fogyatékosra vonatkozó információk és tapasztalatok hiányából, az ismeretlentől való félelemből fakadnak.

A mai munkaerőpiaci helyzetben, melyre az jellemző, hogy a kínálat meghaladja a keresletet, különösen nagy nehézségekbe ütközik a megváltozott munkaképességű személyek foglalkoztatása (*Funtig, 2002*). A foglalkoztatási lehetőségek beszűkülése mellett a megváltozott munkaképességűek sokkal inkább az alacsony, de biztos ellátás igénybevételében motiváltak. A jól felkészült, rugalmas, egészséges munkaerővel szemben a ma munkát vállalni kívánó megváltozott munkaképességű személyek ritkán felelnek meg a munkaerőpiac mai követelményeinek. A munkáltatókban pedig komoly előítéletek és fenntartások élnek az egészségkárosodott dolgozók értékeivel szemben. Félnék a táppénz gyakori igénybevételétől; a speciális munkakörülmények kényszerétől; a munkaszervezési többlet-feladatoktól és nem bíznak a teljes értékű teljesítésben (*Gere, 2000*)

A megváltozott munkaképesség és a munkába való visszatérés témája iránt egyre növekvő az érdeklődés a vezetők részéről. *Putz (2007)* szerint az egyik legnagyobb kihívás az, hogy a vezetők megértsék, elfogadják és támogassák azt a szemléletet, ami a munkahelyre is komoly felelősséget helyez a megelőzés, a beavatkozás, a munkába való visszatérés segítségével, és egy sajátos viszonyulásmódot kíván a munkahely egészétől a megváltozott munkaképességű dolgozóval szemben. Úgy tűnik, a helyzet egyáltalán nem reménytelen, hiszen a vezetők belátják, hogy saját érdekük is a korai visszatérés és a dolgozó támogatása. A megváltozott munkaképességű emberek munkaerőpiaci integrációjával foglalkozó vizsgálatok egyik leghangsúlyosabb megoldási javaslata a munkaköri, munkahelyi módosítások megvalósítása, amelyek lehetővé teszik a megváltozott munkaképességű emberek elhelyezkedését olyan munkakörökben, amelyekben foglalkoztatásukra a módosítások nélkül nem lenne lehetőség (*Sipos és Csízik, 2007*).

Munkakör alatt olyan személyorientált feladatkomplexumot kell érteni, amely független a személyi változásoktól. A szervezeti felépítés kialakításánál az embert, mint munkaerőt meghatározott feladatokkal bízzák meg, feladatai ellátásához megfelelő eszközökkel látják el. A munkakör létrehozásához szükséges a vezető tervező munkája,

vagyis azon feladatok ellátása, amelyek az adott munkakör célját adják (Dienesné, 2007). Általánosságban elmondható, hogy egy megváltozott munkaképességű ember minden olyan tevékenységet el tud látni, ahol a képességeit, szaktudását, tapasztalatait fel tudják használni, ahol figyelembe veszik fogyatékoságából adódó korlátait, és emiatt nem kerül balesetveszélyes helyzetbe (Juhász és Minya, 2007).

Annak érdekében, hogy megváltozott munkaképességű munkavállalót tudjunk foglalkoztatni, pontos munkaköri elemzést kell végezni. A munkakörelemzés elvégzése után lehetőség nyílik arra, hogy a szervezet a céljainak elérése és a dolgozók igényeinek kielégítése érdekében a munkakör tartalmát, funkcióit és kapcsolatait áttervezze (Gyökér, 1999). Így megtudjuk, milyen munkára lehet megváltozott munkaképességűt alkalmazni, illetve rávilágítunk a módosításra szoruló területekre. A fogyatékos személyeket foglalkoztató munkáltatónál fontos, hogy a munkakört gazdagítani, illetve szűkíteni lehessen, legyen testre szabható a munkakör. A változtatásokon túl a munkakörök időnkénti elemzése és aktualizálása is előrelépést jelent. Az egyén képességei, adottságai, igényei határozzák meg, hogy milyen munkakörbe, milyen rendszerességgel, milyen időtartamban végezzen munkát. Ha a megváltozott munkaképességű munkavállaló rendelkezik valamilyen iskolai végzettséggel, akkor érdemes ennek a képzettségnek megfelelő munkakörben elhelyezni (Juhász és Minya, 2007). A munkaköri leírás általában az alábbiakat tartalmazza (Morvay és Börzseiné, 2008):

1. A munkakör megnevezése.
2. Szervezeten belüli elhelyezkedése.
3. Közvetlen felettes.
4. A munkakör célja: rövid összegzés a munkakör lényegéről, funkciójáról, elsődleges eredményéről.
5. Feladatkör és hatáskör: a munkakör feladatai, illetve a végrehajtáshoz nélkülözhetetlen hatásköri illetékesség. Például döntési, javaslattevési, véleményezési, rendelkezési jogok. A munkaköri leírásban utalás történhet az időráfordítás arányára is.
6. Felelősség: mindazon feladatok ellátására kiterjed, amelyre a megbízás szól, illetve aminek végrehajtásához a hatásköri illetékesség felhatalmazást ad. Ez a számonkérhetőség alapja.
7. Egyéb fontos tényezőként kiemelhető:
 - munkakapcsolatok: utal más munkakörökkel való együttműködésre,
 - irányítottak köre: a szervezeti struktúrában szereplő alárendelt munkakörök megnevezése,
 - fő kihívások: kiemelt, speciális feladatok,
 - fő sikermutatók: teljesítményértékelés szempontjai,
 - mennyiségi jellemzők: elvárt teljesítmények,
 - munkavégzés helye: a konkrét munkavégzés helyi pontosítása,
 - bérezési forma: a kompenzáció főbb elemei,
 - munkaidő, munkarend: egy vagy többműszakos, kötött, kötetlen munkaidő beosztás,
 - munkakör környezete: a munkacsoport pontosítása,
 - munkakörülmények: kezelt munkaeszközök, pihenési rend, tevékenység veszélyessége, stb.

A munkaköri leírás záradéka rögzíti a tudomásulvételt, amelyet a munkáltató és a munkavállaló is kézjegyével hitelesít. Sajnos Magyarországon az az általános gyakorlat, hogy a munkaköri leírások hiányosak, röviddek, és még a CSR és CG stratégiában az esélyegyenlőséggel foglalkozó szervezetek sem kellően körültekintőek a megváltozott munkaképességű személyek speciális munkakörének – rájuk, képességeikre jellemző – elkészítését illetően.

Csízik (2007) szerint a megváltozott munkaképességűek esetében majdnem minden esetben változtatni kell a munkakörökön, ezen belül elsősorban a munkarend és a munkaidő flexibilitását kell biztosítanunk. A munkaidő módosításáról akkor beszélünk, ha a beavatkozások a dolgozó rendszeres napi, heti vagy havi munkaidő mennyiségét érintik. Ez a módosítás elsősorban munkaidő csökkentést jelent, mellyel lehetővé válik, hogy a megváltozott munkaképességű személyek esetleges alacsonyabb terhelhetőségük ellenére munkát vállalhassanak. Ha a munkarendet módosítjuk, akkor ezzel a munkaidő nem változik, csak a munkaidő elrendezését érintik a változások. Ezek a változtatások érinthetik a műszakok számát, a munkakezdési és befejezési időpontok eltolódását, vagy a munkaközi szünetek elrendezését. A munkahely átalakításával lehetőség nyílik arra, hogy valamennyi tér megközelíthető és akadálymentesített legyen. A funkciócsökkenés kompenzálása érdekében pedig beszerezhetünk speciális kialakítású munkaeszközöket, munkaruhákat, vagy erre a célra kifejlesztett szoftvert.

Egy humánpolitika területén dolgozó szakember hibásan gondolkodik akkor, ha általánosít megváltozott munkaképességű munkavállaló esetén, és azt gondolja, hogy a fogyatékos ember csak egyfajta munkát képes ellátni (Juhász és Minya, 2007). Ugyanúgy vannak egyéni eltérések és különbözőségek a fogyatékos emberek között is, mint a többi embernél. Fontos, hogy a munkakör specifikációt lehessen variálni, pl. nem elég ügyes, valamilyen munkaművelet elvégzéséhez, de az alapanyag előkészítésében, munkahelyre vitelében segíthet. 50 dolgozó esetén már lehet variálni a munkakörökkel, kisebb cégeknél ez azonban problémákat vet fel. Merev munkakör esetén kevesebb fogyatékos tudnak alkalmazni.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A 2001. népszámlálás alapján, Magyarországon 577 ezer fogyatékos ember él (Dömötör, 2007). Azonban, ha alaposabban áttanulmányozzuk a rokkantnyugdíjasok és megváltozott munkaképességűek számára vonatkozó statisztikai információkat, akkor arra a megállapításra juthatunk, hogy jelenleg Magyarországon közel egymillió megváltozott munkaképességű és fogyatékos ember él, akiknek az aktív foglalkoztatása elenyésző. Ennek a munkaerő-forrásnak az aktivizálása az elkövetkező években, évtizedekben nagyon fontos gazdasági kérdéssé válik.

Brozsek és Szabó (2007) alapján az unió országaiban a sérült emberek 30–40%-a dolgozik, Magyarországon a megváltozott munkaképességűek esetében ez az arány mindössze 9%, emellett komoly problémát jelent a piacképes és értelmes munkavégzési lehetőségek hiánya.

A kutatást a Debreceni Egyetem Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kara ezen belül a Vezetési és Munkatudományi Tanszék indította el a Fogyatékosok Esélye Közalapítvány támogatásával elnyert pályázat kapcsán 2006-ban. A vizsgálatok keretében elméleti és irodalmi feldolgozás révén a fogyatékosok menedzselésében használható ismeretek adaptáltuk, majd egy pilot oktatási program keretében teszteltük, és korrigáltuk az általunk elképzelt irányvonalakat, szemléletmódokat a képzésen résztvevők tapasztalatai, véleményei és elvárásai alapján. Ezután önálló kutatási program keretében kérdőíves vizsgálatokat végeztünk.

A kérdőíves vizsgálatok a program befejezése után jelenleg is folytatódnak, a kérdőívet további három kérdéssel bővítettük, lefedve így a humán erőforrás menedzsment valamennyi tevékenységterületét. A cikk az eddig összegyűlt, összesen 130 kérdőív kutatási eredményeit ismerteti. A vizsgálatok interjúalanyai két csoportba sorolhatóak. Egyrészt olyan vezetők, humánpolitikai szakemberek, akik ezen a területen

már rendelkeznek tapasztalatokkal, azaz az általuk képviselt szervezetek foglalkoztatnak fogyatékos vagy megváltozott munkaképességű alkalmazottakat. A másik csoportot a megváltozott munkaképességű munkavállalók alkották.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A munkakörtervezés során a szervezet úgy alakítja a munkakör tartalmát, a munka körülményeit, hogy biztosítsa az optimális teljesítményt és a dolgozók megelégedését. A fogyatékos, illetve megváltozott munkaképességű személyeket foglalkoztató szervezetek vezetőivel folytatott interjúk tapasztalatai alapján a munkakörök tervezésénél általánosságban az alábbi szempontokat célszerű figyelembe venni:

1. *Mi a feladat, amit el kell végeznie az adott embernek?*

- Milyen embereket várnak erre a munkakörre?
- Milyen fogyatékossgal rendelkező személy felelhet meg erre a munkakörre?
- Fogyatékos személy alkalmazása esetén milyen feladatokat nem tud esetleg ellátni, vagy el tud látni, de csak bizonyos feltételek mellett?
- Ezek a feltételek világosan kerültek megfogalmazásra?
- Ezek a feltételek teljesíthetőek?
- Mennyire tekinthető állandónak a munkafeladat?
- A munkafeladat esetleges változtatása/változása hogyan érinti a megváltozott munkaképességű munkavállalót?

2. *Ki teljesítheti ezt a munkakört?*

- Fogyatékos személyek esetében az elvárt követelmények megfogalmazása fogyatékossguk figyelembe vételével történt?
- Milyen fejlődési lehetőségek vannak a munkakör betöltése során a fogyatékos személynek?
- A fejlődési lehetőségek a fogyatékos személyek számára a biztonság, a „fontos vagyok a munkaközösségnek” elve alapján kerülnek kialakításra?
- A munkakörben milyen kommunikációs feladatokat kell megoldani?
- Ezekre a fogyatékos személy alkalmas, vagy szükség van speciális kommunikációs eszközökre, platformokra?
- A munkavégzéssel kapcsolatos felelősség: a megváltozott munkaképességű személy (különösen mentális problémák esetén) képes megfelelő felelősséggel ellátni az adott munkakört?
- A munkacsoport felelősséget tud vállalni a megváltozott munkaképességű munkatársáért?

3. *Munkavégzés helye*

- A munkavégzés helye a megváltozott munkaképességű személy igényeinek megfelelően lett-e kialakítva?
- A megváltozott munkaképességű személy képes akadálymentesen megközelíteni az üzemegységen belül a munkavégzés helyét, illetve képes-e megközelíteni a kiegészítő helyeket (pl.: raktár)?
- A munkavégzés helyének környezete is akadálymentesített-e (pl.: mosdók, öltöző, zuhanyzó)?
- A munkavégzés helye rögzített, vagy változó?
- Ha ez utóbbi, akkor körültekintően járt-e el a munkaadó az akadálymentesítést illetően?

4. *Munkavégzés módja 1. (technológia)*

- A technológiai folyamat a megváltozott munkaképességű személy számára a munkája sikeres végzése szempontjából megismerhető?

- Készült-e a technológiai leírásról a látássérült, értelmi sérült (esetleg hallássérült) munkavállaló számára megfelelő változat?
- Szükség esetén van-e olyan személy, aki a technológiai folyamatot elmagyarázza a megváltozott munkaképességű munkavállalónak?
- Távmunka esetén milyen módon történik a fogyatékos személy felkészítése a munkára?

5. *Munkavégzés módja 2. (típus)*

- A munkakör típusa szerint vannak monoton, egyhangú, hosszan tartó munkakörök. Az ilyen munkaköröknél a megváltozott munkaképességű személy képes megfelelő teljesítményt nyújtani, illetve egy átlagteljesítményt tartani? (Megjegyzés: értelmi sérült munkavállalók egy részének sokkal nagyobb a monotóniatűrőse, így számukra ezek a munkakörök ideálisak lehetnek.)

6. *Munkavégzés módja 3. (munkamegosztás)*

- Munkakör gazdagítás: a korábbi munkával azonos nehézségi fokú feladatot adunk, csak egy kicsit más jellegűt (semmilyen új készséget nem követel meg a megváltozott munkaképességű személytől, ugyanaz a kompetenciaszint elegendő).
- Munkakörbővítés: a bővítéssel állandó jellegű feladatot adunk a korábbi feladatok mellé, itt is elegendő ugyanaz a kompetenciaszint, újabb segédeszközt kap.
 - A megváltozott munkaképességű személy képes az újabb segédeszközt használni?
 - A munkakör bővítése nem fárasztja-e ki jobban, mint az eredeti munkaköre?
- Munkaköri rotáció: új munkakör betöltéséről van szó, vagy nehéz fizikai munka van, vagy kényelmetlen testhelyzetben kell végezni az adott munkát, az emberek időnként cserélik egymást.
 - A megváltozott munkaképességű személy az új munkakörben is megfelelő teljesítményt tud nyújtani?
 - Az új munkakör kialakításánál figyelembe vették fogyatékoságát? (akadálymentesítés, akadálymentesített munkakörnyezet)
 - Az ilyen munkacsoportokban a csoport vezetője fel van készítve arra, hogy milyen speciális igényei lehetnek a fogyatékos személynek, illetve milyen korlátai lehetnek munkavégzésének?
 - Ezekre figyelemmel van akkor, amikor kialakítja a csoporton belül a munkaköri rotációt?

7. *Munkaidő*

- A munkaidő rögzítése a fogyatékos személy képességeit, lehetőségeit, igényeit figyelembe véve került kialakításra (fix, rugalmas, kötetlen, keretmegállapodás)?
- Melyek azok a munkaértekezletek, amelyeken a fogyatékos személynek – függetlenül időbeosztásától – részt kell venni?
- Az ilyen értekezletek helyszíne a megváltozott munkaképességű személy igényeinek és szükségleteinek megfelelően került kialakításra?

Az általunk összeállított kérdőíves interjú harmadik kérdése foglalkozott a munkakör kialakítást befolyásoló tényezőkkel, amit a válaszadónak 1-5-ig kellett minősíteni a különböző típusú fogyatékos munkaerő alkalmazása kapcsán (1. ábra). A vizsgált szervezetek munkavállalói között voltak látássérült, hallássérült, mozgássérült és a halmozottan sérült személyek is. Az összesített átlageredmények alapján megállapítható, hogy a munkakört kialakító tényezőket az elvártaknak megfelelően a halmozottan sérült munkavállalók esetében minősítették a legmagasabbra a válaszadók. Ezt követi a látás-,

majd a mozgássérült munkavállalókkal kapcsolatos minősítés, míg a legalacsonyabb átlagértékek a hallássérült személyek esetében tapasztalhatunk, vagyis általánosságban elmondható, hogy ez utóbbi munkavállalói csoport munkakörének kialakításával van a legkevesebb probléma.

1. ábra

Munkakör kialakítás tényezőinek vizsgálata megváltozott munkaképességű munkavállalók esetében

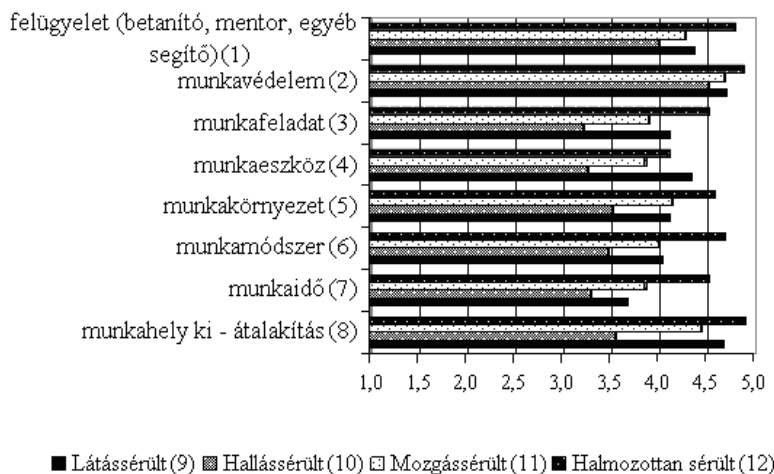


Figure 1: Examining the considerations during scope of activities planning in case of employees with reduced ability to work

Supervision (trainer, mentor, other assistant)(1), Safety measures at work(2), Job(3), Work instruments(4), Work environment(5), Method of work(6), Work hours(7), Workplace arrangement(8), People with visual impairment(9), Hearing-impaired people(10), People with motor skill dysfunctions(11), People with multiple disabilities(12)

A rangsorvizsgálat alapján megállapítható, hogy valamennyi munkavállalói csoportnál a legmagasabb átlagértéket a munkavédelem kapta. Az interjúk tapasztalatai alapján ugyanannyi baleset történik egészséges munkavállalóval, mint egy fogyatékos, vagy megváltozott munkaképességű személlyel, ennek ellenére valamennyi munkáltató fokozottabb figyelmet fordít a munkavédelemre.

A látás-, mozgás- és a halmazottan sérült munkavállalói csoport esetében is a második legmagasabb átlagértéket a munkahely ki- és átalakítás tényező mutatja, mivel az ő esetükben kiemelt fontosságú az épület egyes részeinek megközelíthetősége, illetve azok biztonságos, akadálymentes kialakítása.

A hallássérült munkavállalóknál a második legmagasabb minősítést a felügyelet biztosítása tényező kapta, amit végezhet mentor, segítő, vagy akár a csoportvezető is.

A fenti tényező a halmazottan sérült munkavállalók esetében is kiemelt szereppel bír. Ez utóbbi csoportnál minősítették a legmagasabb átlagértékkel a munkamódszer és a munkaidő szerepét, mivel ez esetben fontos, hogy olyan munkamódszert válasszanak,

ami a halmozottan sérült munkavállaló képességeinek megfelelő, illetve ezzel összhangban indokolt lehet a rugalmas munkaidő biztosítása is.

A látássérült munkavállalóknál a felügyelet mellett a munkaeszköz kívánhat nagyobb odafigyelést, mivel ezek gondos megválasztásával elérhető a hatékony és biztonságos munkavégzés. A kapott kérdőíves vizsgálati eredmények alátámasztják Fótiné, (é.n.) megállapítását, miszerint általánosan elfogadható tény, hogy például a mozgáskorlátozott ember is csak bizonyos élethelyzetekben kerül hátrányos helyzetbe, azaz akkor, amikor az egyéni teljesítőképességei és a vele szemben támasztott követelmények, társadalmi elvárások nincsenek összhangban. Amennyiben a mozgáskorlátozott személy számára ideális környezetbe, megfelelő körülmények közé kerül, ha képességeit, lehetőségeit figyelembe veszik, és az elvárásokat ennek megfelelően alakítják ki, nem alakul ki szükségszerűen a képességek és az elvárások közötti konfliktus, azaz nem feltétlenül válik a sérült ember akadályozottá, másokra utalttá és kiszolgáltatottá.

A vezetőkkel folytatott interjúk tapasztalatai alapján elmondható, hogy nincs olyan szervezet, ahol ne tudna megváltozott munkaképességű személy értékes és a szervezet számára hasznos munkát jól elvégezni, csak meg kell találni a megfelelő munkakört. A munkáltatók körében elterjedt nézetek alapján – ami gyakran információhiányból ered – azt gondolják, hogy sokkal nehezebb megfelelő munkakört találni egy fogyatékos, illetve megváltozott munkaképességű munkavállalónak, ugyanakkor a kérdőíves interjú eredményei is alátámasztják, hogy a munkakör tervezése nem igényel sokkal több feladatot, mindössze egy kis odafigyelést és szakértelmet.

KÖVETKEZTETÉSEK

A társadalomban általánosan jelen lévő negatív hiedelmek, előítéletek és az ezekből táplálkozó diszkrimináció sajnos a munka világában is megtalálható, s ennek következtében a foglalkoztatók körében is a valóságnak nem megfelelő kép alakult ki a fogyatékos, illetve megváltozott munkaképességű személyekkel kapcsolatban. Pedig a munkavállalás szempontjából nem az a fontos, hogy kinek milyen betegsége van, hanem hogy milyen munkát szeretne és milyen munkát képes elvégezni. Mivel a fogyatékos, megváltozott munkaképességű emberek a munkavállalók egy speciális csoportját képezik, bizonyos sajátosságaik, igényeik várhatóan eltérnek a teljesen egészséges munkavállalókéétól. Emiatt a foglalkoztatási folyamatukban résztvevő vállalati szakembereknek érdemes felkészülniük a speciális problémahelyzetekre, illetve azok lehetséges megoldásaira, valamint az érintettek irányába kifejezendő megfelelő bánásmódra. Ezen tényezők mentén kialakíthatóak a humán erőforrás gazdálkodás azon jellemzői, melyek serkentik a megváltozott munkaképességű emberek befogadását, tartós foglalkoztatását és munkateljesítményük növelését.

IRODALOM

- Brozsek A., Szabó E. (2007): Problémák a tapasztalatok tükrében- értelmi sérült, látássérült, hallássérült munkavállalók a nyílt munkaerőpiacon In: Gyakorlati megfontolások és kutatási tapasztalatok a megváltozott munkaképességű emberek foglalkoztatásához (szerk: Münnich Á.), Didakt Debrecen, 357-358.
- Csizik T., Schmotzer K. (2006): Szemelvények a fogyatékkal élők életvitelére és helyzetére vonatkozó nemzetközi tapasztalatokból. In: Pszichológiai szempontok a megváltozott munkaképességű emberek munkaerőpiaci integrációjának elősegítéséhez. (szerk.: Münnich Á.) Didakt Kiadó, Debrecen, 19-68.

- Csízik T. (2007): Munkahelyi módosítások a megváltozott munkaképességű emberek foglalkoztatása érdekében. In: Gyakorlati megfontolások és kutatási tapasztalatok a megváltozott munkaképességű emberek foglalkoztatásához. Didakt Kiadó, Debrecen, 219-253.
- Dienesné K. E. (2007): Munkakörök elemzése és értékelése. In: Humán erőforrás gazdálkodás és vezetés. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 17-28.
- Dömötör S. (2007): A fogyatékosok integrációja a szakképzésen keresztül. In: A szegénység, az egészség és a társadalmi kirekesztettség – A roncsársadalom szociológiai és társadalomgazdaságtani dimenziói. Comenius Kft Kiadó, Pécs, 385-386.
- Fedor Gy., Münnich Á., Sipos S. (2007): Munkaadó szervezetek megváltozott munkaképességű munkavállalók foglalkoztatására való felkészültségének feltáró vizsgálata. In: Gyakorlati megfontolások és kutatási tapasztalatok a megváltozott munkaképességű emberek foglalkoztatásához. Didakt Kiadó, Debrecen, 25-45. p.
- Fótiné, H.E. (é.n.): Mozgáskorlátozott hallgatók a felsőoktatásban. In: Fogyatékos hallgatók a felsőoktatásban Útmutató (szerk: Csányi Y.) ELTE Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Főiskolai Kar, 23-36. p.
- Funtig Z. (2002): Munkaerőpiaci kézikönyv. KJK Kerszöv. Kiadó, Budapest, 416 p.
- Gere I. (2000): A megváltozott munkaképességű emberek bekapcsolása a munka világába [online] <http://text.disabilityknowledge.org/Gere-Zaro2000-Rov.pdf>
- Gyökér I. (1999): Humán erőforrás-menedzsment. Műszaki könyvkiadó, Budapest 186 p.
- Juhász Cs., Minya G. (2007): Munkakör kialakítás, munkaköri követelmények. In: Esély- Egyenlőségi Emberi Erőforrás Menedzsment. Campus Kiadó, Debrecen, 39-52. p.
- Morvay L., Börzseiné Z.M.: Munkakörelemzés és értékelés. In: Emberi erőforrás gazdálkodás. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 2008.
- Putz G. (2007): Megváltozott munkaképesség, munkába való visszatérés In: Gyakorlati megfontolások és kutatási tapasztalatok a megváltozott munkaképességű emberek foglalkoztatásához. Didakt Kft., Debrecen, 321-354.
- Sipos S., Csízik T. (2007): A megváltozott munkaképességű emberek pályorientációjához, elhelyezkedéséhez és sikerességéhez szükséges kompetenciák vizsgálata. In: Gyakorlati megfontolások és kutatási tapasztalatok a megváltozott munkaképességű emberek foglalkoztatásához. Didakt Kft., Debrecen, 149-189.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Dajnoki Krisztina

Debreceni Egyetem, Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma

Gazdálkodástudományi és Vidékfejlesztési Kar

Vezetés- és Szervezéstudományi Intézet

Humán Erőforrás Menedzsment Tanszék

4032 Debrecen, Böszörményi u. 138.

University of Debrecen, Centre for Agricultural Sciences and Engineering

Faculty of Applied Economics and Rural Development

Institute of Management and Organization

Department of Human Resource Management

H-4032 Debrecen Böszörményi str. 138.

Tel./Fax: +36-52-508-365

e-mail: dajnoki@agr.unideb.hu