



A kép illusztráció / The picture is illustration

Farkas József¹, Mohácsiné Farkas Csilla²

Érkezett/Received: 2014. január/January – Elfogadva/Accepted: 2014. június/June

Előrejelző mikrobiológiai modellezés, a kvantitatív mikrobiológiai kockázatbecslés eszköze

Kulcsszavak: előrejelző mikrobiológia, Vas Károly, Baranyi József, kockázatbecslés, mikrobaszaporodás modellezése, mikotoxin képződés

1. Összefoglalás

Az élelmiszer-konzerválás közel száz évvel ezelőtti matematikai méretezésére történő rövid emlékezés után a cikk rövid áttekintést ad a prediktív bakteriológia nemzetközi fejlődéséről, kiemelve egy Angliában dolgozó magyar matematikus, Baranyi József szerepét és az előrejelző mikrobiológia harmadlagos modelljeit jelentő szoftver-csomagokat. A cikk kitér a penészgombák szaporodásának és a mikotoxinok képződésének a modellezésére is. Felhívja a figyelmet a prediktív modellezés használatán alapuló mikrobiológiai kockázatbecslésre és a témakör további kutatási tennivalóira.

2. Bevezetés, történeti előzmények

Az előrejelző mikrobiológiai modellezés csupán a XX. század utolsó évtizedeire vált az élelmiszer-mikrobiológia új rész-diszciplinájává, noha a semlegeshez közelálló pH-jú élelmiszerek biztonságos hőkezelés konzerválási technológiájának a méretezése matematikai modell segítségével, a *Clostridium botulinum* spórák logaritmusos hőpusztulási törvényszerűségének a felismerése révén már a XX. század húszas éveiben lehetővé vált [1], [2], [3]. A mikrobapopulációk szaporodásának hasonló modellezése azonban több évtizedet váratott magára, mert a baktériumszaporodás „prediktív mikrobiológiája” csak a század nyolcvanas éveiben indult meg, amikor a számítástechnika és az információs technológia fejlődésének, illetve a megfelelő szoftverek kidolgozásának köszönhetően megteremtődtek ehhez a feltételek.

Dr. Vas Károly, a magyar élelmiszer-mikrobiológia huszadik századi legnagyobb személyisége a második világháború utáni oxfordi tanulmányútról hazatérve - feltehetően ott Cyrill Hinshelwood, a Nobel-díjas angol vegyész kémiai kinetikai munkájával [4] megismerkedve, és J. Monod szaporodás-kinetikai könyvét

[5] ismerve - már a budapesti Konzerv-, Hús- és Hűtőipari Intézet osztályvezetőjeként írta meg „A mikrobasejt szaporodását befolyásoló tényezők kinetikai tanulmányozása” című cikkét [6]. Az elsők között hívta fel a figyelmet arra, hogy azzal a feltételezéssel szemben, amely szerint a mikrobatenyészetek minden sejtje azonos rezisztenciájú, a pusztulási görbék alakjában az egyedi sejtek rezisztencia-megoszlása tükröződik [7]. Mindezért Vas Károlyt ezen és más munkái [8], [9], [10] alapján, vegyészmérnök létére a később egyre jobban kibontakozó prediktív mikrobiológia hazai úttörőjének tekinthetjük.

A modern élelmiszer-mikrobiológia részeként a prediktív mikrobiológiai kutatás elsőként az angolszász nyelvterületen működő kutatóhelyeken, Nagy-Britanniában [11], [12], valamint az Egyesült Államokban és Ausztráliában bontakozott ki. Dr. T. A. Roberts, a XX. század második felében Nagy-Britannia állami élelmiszerkutatásának egyik vezető mikrobiológusa volt, és annak a Maurice Ingram professzornak a munkatársa a langfordi ARC Meat Research Institute-ban, aki évtizedekkel korábban Vas Károlynak is oxfordi mentora volt (az Agricultural Research Council ösztöndíjával ezen emlékezés első szerzője a hatvanas

¹ Budapesti Corvinus Egyetem, Hűtő- és Állattermék-technológiai Tanszék

² Budapesti Corvinus Egyetem, Mikrobiológiai és Biotechnológiai Tanszék

¹ Corvinus University of Budapest, Faculty of Food Science, Department of Refrigeration and Livestocks' Products Technology

² Corvinus University of Budapest, Faculty of Food Science, Department of Microbiology and Biotechnology

évek végén felejthetetlen fél évet tölthetett Ingram és Roberts mellett Langfordban). Később, már Dr. Ingram és Dr. Vas Károly fájdalmasan korai halála után, a Thatcher kormányzat idején végrehajtott angliai intézet-összevonások során Terry Roberts a munkatársaival együtt a Reading-i majd Norwich-i Institute of Food Research-be került át, és ott vált Nagy-Britannia prediktív mikrobiológiai kutatásának központi személyiségévé. Ezzel párhuzamosan véleményünk szerint Dr. Robert. L. Buchanan és munkatársai a USDA Eastern Regional Research Laboratory-ban, míg Ausztráliában, a Taszániai Egyetemen Dr. T. A. McMeekin és munkatársai játszottak meghatározó szerepet a modern prediktív mikrobiológia megteremtésében. Dr. Roberts-nek szerencsés döntése volt, hogy 1990-ben Dr. Baranyi József magyar matematikust vette fel erre a témakörre a kutatócsoportjába, aki a kvantitatív mikrobiológiai kockázatbecslés eszköztára fejlesztésének és elterjesztésének egyik legismertebb személyisége lett.

3. A prediktív bakteriológia nemzetközi fejlődése

Az inaktivációs modellek terjedése mellett az ún. valószínűségi modellek, majd a mikrobapopulációk szaporodás-kinetikájának matematikai leírása napjainkra a kvantitatív mikrobiológiai kockázatbecslés és a kockázat-kezelés értékes szakmai háttérévé vált.

Az előrejelző szaporodási modellek lényegében kétlépcsős kutatás-adatgyűjtés eredményei. Az „első lépésben” rögzített környezeti körülmények (állandó hőmérséklet, vízáktivitás, pH, stb.) között végzett kísérletek alapján állapítják meg a kérdéses mikrobapopuláció szaporodásának és túlélésének a matematikai leírását („elsődleges modell”). Az állandó körülmények között zajló baktériumszaporodásnak az inkubációs idő függvényében való elsődleges leírásánál rendszerint a „szigmoid” alakú szaporodási görbe adatsorához korábban az ún. logisztikus, vagy a „Gompertz” függvényt illesztették. Buchanan és munkatársai [13] szerint gyakran az egyszerű, három lineáris szakaszból álló illesztés is kielégítő eredményt adhat.

A „második lépést” azok a vizsgálatok jelentik, amelyekkel azt tanulmányozzák, hogy a környezeti tényezők valamelyikének (hőmérséklet, pH, vízáktivitás, parciális oxigén tenzió, redox potenciál, CO₂ koncentráció) változtatása miként befolyásolja az elsődleges modell valamilyen paraméterét (például a lappangási szakasz hosszát, vagy a szaporodási sebességet). Ilyen kísérleti adatokhoz történő függvényillesztés eredményezi a „másodlagos” modelleket. A szaporodást lehetővé tevő minimális, optimális vagy maximális értékű környezeti tényezőket tekintik a „kardinális modell” jellemzőinek (lásd pl. [14], [15]). A szemilogaritmusos ábrázolásban specifikus maximális szaporodási sebességnek (μ_{max}) nevezik a szigmoid szaporodási görbe inflexiós pontjához tartozó meredekségi értéket. A modellek megalkotása után azokat a modellezési kísérletektől független, de

hasonló vizsgálatok eredményeivel összevetve „validálni” kell.

A szaporodási görbék ún. lappangási szakasza (lag értéke, λ) azonban nemcsak az adott szaporítási kísérlet környezeti tényezőitől, hanem a kísérlet inokulumaként beoltott baktériumpopuláció „előéletétől, előtörténetétől” is függ. Ezt a problémát az a felismerés segítette megoldani, amely szerint a lag fázis hossza és a maximális specifikus szaporodási sebesség szorzata a szaporítási kísérletekben állandó, $h_0 = \mu_{max} \lambda$ mennyiség és azt fejezi ki, hogy az inokulum mennyire alkalmas fiziológiai állapotú az adott kísérletben uralkodó környezetben való szaporodásra. A lag fázis hossza ugyanis attól függ, hogy a sejteknek mennyi „munkát” kell végezniük a sejtosztódás megindulásáig. A lag-fázis alapján és az időben változó környezet okozta hatás figyelembevételével végzett modellezést a „Baranyi Modell”-nek nevezett differenciálegyenlet [16], [17] tette matematikailag kezelhetővé, amelynek a leírását Baranyi Józsefnek egy, a Magyar Élelmiszerbiztonsági Hivatal (MÉBIH) továbbképzési tanfolyamán tartott előadása is [18] tartalmazza.

Szakirodalmi kísérletes információk alapján összeállított adatbázisok felhasználásával születtek meg azok a „felhasználóbarát” szoftvercsomagok, amelyeket a prediktív mikrobiológia „harmadlagos modelljeinek” tekinthetünk. Az angliai kutatások tették lehetővé a „Food Micromodel”, valamint a *Growth Predictor* matematikai eszköztár létrehozását, míg Dr. Robert Buchanan és munkatársai tevékenységének az eredménye az amerikai, ún. „Pathogen Modeling Program” lett. Ezeknek az egyesítésével jött létre a Baranyi József által kezdeményezett *ComBase* nemzetközi adatbázis és szoftver csomag [19], amelyhez 2006-ban az ausztráliai adatbázis is csatlakozott [20]. Ez az összesített adatbázis sok ezer szakirodalmi vizsgálati adatsor és az azokra illesztett matematikai modellek gyűjteménye, elektronikusan hozzáférhető (www.combase.cc), és „saját” vizsgálati eredményekkel végzett modellezést is lehetővé tesz. Hasonló adatbázist hoztak létre Sym’Previous néven franciaországi kutatók is ([21], www.symprevious.net). Speciálisan a tengeri élelmiszerek (tengeri halak, füstölt lazac, garnélarák stb.) romlását és mikrobiológiai biztonságát modellező szoftver az SSSP (Seafood Spoilage and Safety Predictor, <http://sssp.dtuqua.dk>), amelyet dán kutatók hoztak létre. Az SSSP program előnye, hogy a *Listeria monocytogenes*-re vonatkozó adatokon túlmenően tartalmazza a termékek érzékszervi vizsgálat alapján megállapított romlási modelljét (hőmérséklet – trópusi víz függvényében), a jellegzetes, halak romlását okozó baktériumok szaporodási modelljeit - dinamikus hőmérsékleti körülmények között, adatrögzítővel mért hőmérséklet-idő alapján, valamint a kardinális típusú modelleket alkalmazó, a használók által megadott prediktív modelleket is [22].

Romlást okozó baktériumok szaporodási modelljeire

Predictive microbiological modeling, a tool of quantitative microbiological risk assessment

József Farkas¹, Csilla Mohácsiné Farkas²

Keywords: predictive microbiology, Károly Vas, József Baranyi, risk assessment, modeling of microbial propagation, mycotoxin formation

1. Summary

After a brief recalling of the mathematical scaling of food preservation of nearly one hundred years ago, the article gives a short overview of the international development of predictive bacteriology, highlighting the role of a Hungarian mathematician working in England, József Baranyi, and software packages representing the tertiary models of predictive microbiology. Modeling of the propagation of molds and the formation of mycotoxins is also discussed in the paper. Attention is also drawn to microbiological risk assessment based on the use of predictive modeling, and further research tasks of the topic.

2. Introduction, history

Predictive microbiological modeling had only become a new subdiscipline of food microbiology by the last decades of the 20th century, although it was a mathematical model – the recognition of the logarithmic law of the thermal death of *Clostridium botulinum* spores in the 1920s – that made scaling of the heat treatment preservation technology of close to neutral pH foods possible [1], [2], [3]. However, similar modeling of the propagation of microbial populations had taken decades, because „predictive microbiology” of bacterial propagation only began in the 1980s when conditions for this were established by the development of computer science and information technology, and thanks to the development of the appropriate software.

The article titled „Kinetic study of the factors influencing the propagation of the microbial cell” was written by *Dr. Károly Vas*, the greatest personality of Hungarian food microbiology of the 20th century, after his return from his Oxford study tour after World War II – supposedly after getting acquainted there with the work of *Cyrill Hinshelwood*, the Nobel Prize-winning English chemist, on chemical kinetics [4] and the book of *J. Monod* on propagation kinetics [5] – as the department head of the Canned Food, Meat and Refrigeration Industrial Institute of Budapest [6]. He was among the first to call attention to the fact that, contrary to the assumption that all cells of a microbial culture are of the same resistance, the resistance distribution of the individual cells is reflected in the shapes of the mortality curves [7]. Therefore, based on this and other works of his [8], [9], [10], and even though he was a chemical engineer, Károly Vas can be regarded as the domestic pioneer of the later more and more fully evolving predictive microbiology.

Predictive microbiological research as part of modern food microbiology developed first at research establishment operating in English speaking countries such as Great Britain [11], [12], the United States and Australia. *Dr. T. A. Roberts* was one of the senior microbiologists of state food research in Great Britain in the second half of the 20th century, and also the colleague of the same *Professor Maurice Ingram* at the ARC Meat Research Institute in Langford, who had been

the Oxford mentor of Károly Vas decades earlier (the first author of this remembrance spent an unforgettable six months in Langford at the end of the 60s alongside Ingram and Roberts with the scholarship of the Agricultural Research Council). Later, already after the painfully early demise of *Dr. Ingram* and *Dr. Károly Vas*, during the institute consolidations in England performed under the *Thatcher* government, *Terry Roberts* was transferred, together with his colleagues, to the Reading, and then Norwich Institute of Food Research, where he became the central figure of predictive microbiological research in Great Britain. At the same time, in our opinion, it was *Dr. Robert. L. Buchanan* and his coworkers at the USDA Eastern Regional Research Laboratory, and *Dr. T. A. McMeekin* and his colleagues at the University of Tasmania in Australia, who played key roles in establishing modern predictive microbiology.

It was a fortunate decision of *Dr. Roberts* to admit the Hungarian mathematician, *Dr. József Baranyi* into his research group for this topic in 1990, as the latter became one of the most well-known personalities of the development and spreading of the toolkit of quantitative microbiological risk assessment.

3. International development of predictive bacteriology

In addition to the spreading of the inactivation models, the so-called probability models, and then the mathematical description of the propagation kinetics of microbial populations have become the valuable professional background of quantitative microbiological risk assessment and risk management by now.

Predictive propagation models are basically the result of a two-stage research and data collection. During the „first stage”, mathematical description of the propagation and survival of the microbial population in question is determined, based on experiments performed under set environmental conditions (constant temperature, water activity, pH etc.), which is called the „primary model”. Previously, the so-called logistic or Gompertz function was usually fitted to the „sigmoidal” shape dataset of the propagation curve during the primary description of bacterial propagation under constant conditions as a function of the incubation time. According to *Buchanan et al.* [13], satisfactory results may often be obtained by the simple fitting of three linear segments.

The „second step” is meant by those analyses that are used to investigate how a certain parameter of the primary model (for example the length of the incubation period or growth rate) is influenced by a change in a certain environmental factor (temperature, pH, water activity, partial oxygen tension, redox potential, CO₂ concentration). „Secondary models” are the result of the fitting of a function to such experimental data. Minimum, optimum or maximum value environmental factors enabling propagation are considered characteristics of the „cardinal model” (see for example [14], [15]). In semi-logarithmic representation, the slope value for the inflection point of the sigmoidal growth curve is called the maximum specific growth rate (μ_{max}). After developing a model, it should be „validated” by comparing it to similar analyses independent of the modeling experiments.

However, the so-called incubation period (lag value, λ) of the growth curve depends not only on the environmental factors of the given propagation experiment, but also on the „history, or past record” of the bacterial population that is the subject of the inoculation of the experiment. Solving of this problem was aided by the recognition that the product of the length of the lag phase and the maximum specific growth rate, the quantity $h_0 = \mu_{max} \lambda$ is constant, and it expresses how suitable the physiological state of the inoculum is for growth in the

épül a Campden and Chorleywood Food Research Association (CCFRA) élelmiszeripari kutatási szövetség „FORECAST” szolgáltatása. A környezeti tényezők kellő hasonlósága esetén ilyen modellekkel lehet segíteni az élelmiszerek eltarthatósági idejének az előre becslését. A FORECAST hasznosítása úgy történhet, hogy a CCFRA-nál kell megrendelni a konkrét igény szerinti szoftver használat elvégzését (www.campden.co.uk/services/predictive-microbiological-models.pdf).

Az idők folyamán a prediktív mikrobiológiai kutatások összegezésére több szakkönyvben (pl. [23], [24], [25], [26]), ill. folyóirat különszám formájában [27] is sor került. Baranyi József Magyarországon is tartott a fent említett MÉBIH továbbképzésen kívül a Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézetben és a BCE Élelmiszertudományi Doktori Iskolájában is szemináriumokat. A téma részét képezi magyar szerzők könyvfejezeteinek [28], [29], valamint a Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Kar „Élelmiszerbiztonsági kockázatbecslés”. című tananyaga digitális tankönyvének [30] is.

4. Penészgombák szaporodásának és toxin-képzésének modellezése

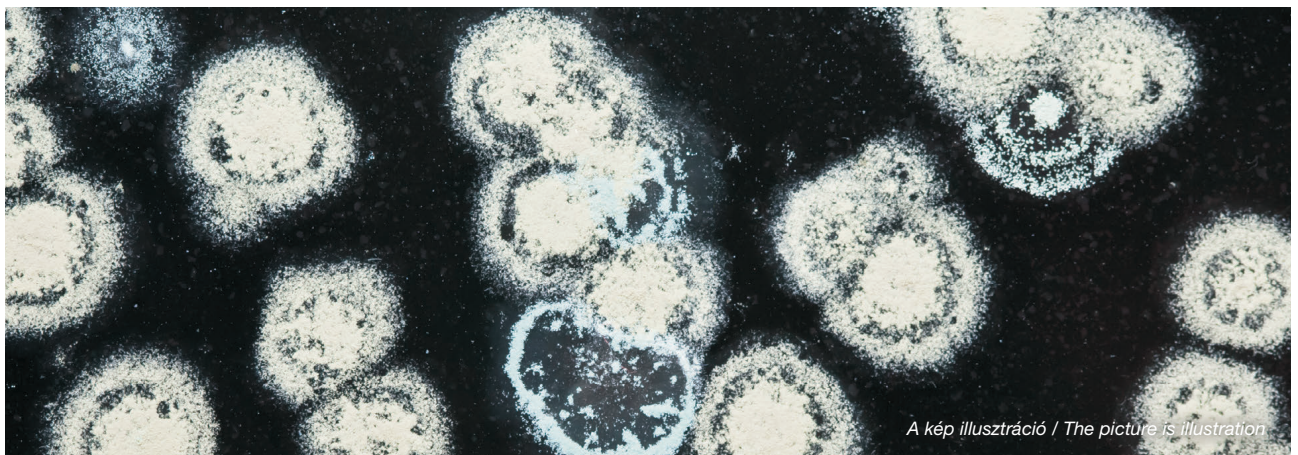
A baktériumsejtektől eltérő jellegű penészgomba propagulák szaporodásának modellezése empirikusan lényegében azonos megfontolásokkal lehetséges, mint a baktériumoké, amennyiben a penészgombák szaporításának a vizsgálata szilárd tápközeg felületére, „pontoszerűen” ráoltott penészgomba propagulákból körkörösén képződő telepek átmérője növekedésének az időközönkénti megmérésével történik. Ilyen modellezési törekvések gyakorlatilag egy időszakban kezdődtek meg a baktériumszaporodás prediktív modellezésével, amikor a Nagy-britanniai kutatócsoport az ausztráliai CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation) Division of Food Science and Technology kutatóival együttműködésben tanulmányozta egyes *Aspergillus* fajok szaporodását a vízaktivitás függvényében [31]. A telepátmérő mért értékének az inkubációs idő függvényében való leírása formailag analóg a baktériumok szaporodási görbéivel és a görbeillesztés a Baranyi modellel lehetségesnek bizonyult. A másod-

lagos modell meghatározásához a vízaktivitás értéke helyett annak $b_w = (1 - a_w)^{1/2}$ transzformált értékét és a telepátmérő növekedés maximális sebességének (g) értékét használhatjuk. Az a_w/b_w transzformáció a baktériumok szaporodásának modellezésekor is hasznos lehet. Szisztematikus hasonló vizsgálatokkal gyűjtendő adatokkal és azok hasonló modellezésével megvalósulhat a baktériumszaporodás modellezéséhez hasonlóan prediktív mikológiai adatbázis létrehozása is. A magyar paprikagazdaság szempontjából is érdekesekek a közelmúlt szakirodalmából azok a spanyol vizsgálatok, amelyek aflatoxinogén *Aspergillus flavus* izolátumok növekedését tanulmányozták porított *Capsicum* termékek extraktjával készült tápagon a hozzáférhető víztartalom függvényében [32], a Rosso-féle kardinális modellt használva. Penészgombák szaporodásának modellezésével kapcsolatos hazai vizsgálatok az elmúlt években ugyancsak folytak a Baranyi modell felhasználásával és részben Dr. Baranyi szakmai irányításával [33], [34], [35], [36].

A klímaváltozás okozta kockázatnövekedésre tekintettel [37] a toxinogén penészgombák szaporodásának és mikotoxin képzésének előrejelzése kulcsfontosságú az ilyen veszélyeknek kitett termények és élelmiszerek fogyasztásával járó kockázatok kezelése szempontjából. Ilyen jellegű, úttörő vizsgálatok már a XX. század kilencvenes éveiben folytak [38], [39]. A mikotoxinok, mint másodlagos anyagcseretermékek képződésének a modellezése azonban nehéz, tekintettel a sokféle toxin képződési mechanizmusainak és képződési törvényszerűségeinek a még korlátozott ismeretanyagára. Ezért ilyen irányú törekvések szakirodalmában elsősorban a legfontosabb mikotoxinok közül is az aflatoxinokat és az ochratoxinokat illetően jelentek meg már kutatási eredmények [40], [41].

5. Prediktív modellek használatán alapuló gyors és egyszerű kockázat-becslés

Az előbbieken említett adatbankokon és szoftver gyűjteményeken kívül az elmúlt évtizedben számos olyan, az internetről szabadon letölthető szoftverek állnak rendelkezésre, amelyek segítségével a megfelelő kérdésekre online válaszolva élelmiszer-mikrobiológiai kockázatok rangsorolását lehet elvégez-



A kép illusztráció / The picture is illustration

prevailing environment of the given experiment. This is so, because the length of the lag phase depends on how much „work” cells have to carry out before the beginning of cell division. Modeling based on the lag phase and taking into consideration the effect of changes of the environment in time was made mathematically manageable by the differential equation called the „Baranyi Model” [16], [17], the description of which also appeared in a lecture given by József Baranyi at a Hungarian Food Safety Office (MÉBIH) training course [18].

„User friendly” software packages, that can be considered the „tertiary models” of predictive microbiology, were born using databases compiled on the basis of literature experimental information. Creation of the „*Food Micromodel*” and „*Growth Predictor*” mathematical toolkit was made possible by UK research, while the so-called „*Pathogen Modeling Program*” was the result of the activity of Dr. Robert Buchanan and his coworkers in the US. These were merged to create the international database and software package *ComBase* [19], initiated by József Baranyi, which was joined by the Australian database in 2006 [20]. This integrated database, which is the collection of thousands of literature experimental data sets and the mathematical models fitted to them, is available electronically (www.combase.cc), and allows modeling, using one’s „own” analytical results. A similar database called *SymPrevious* was created by French researchers ([21], www.symprevious.net). *SSSP* (Seafood Spoilage and Safety Predictor, <http://sssp.dtuqua.dk>) is a software modeling specifically the spoiling and microbiological safety of seafood (saltwater fish, smoked salmon, shrimp etc.), which was created by Danish researchers. The advantage of the *SSSP* program is that, in addition to data regarding *Listeria monocytogenes*, it contains the spoilage models of products determined by sensory tests (as a function of temperature – tropical water), growth models of typical bacteria causing the spoilage of fish, and predictive models provided by users, based on temperature-time measured by data recorders under dynamic temperature conditions and also applying cardinal type models [22].

The „FORECAST” service of the Campden and Chorleywood Food Research Association (CCFRA), a food industrial research alliance, is based on propagation models of spoilage bacteria. Predicting the shelf life of foods can be aided by such models, in case of suitable similarity of environmental factors. FORECAST is utilized by ordering the use of the software from CCFRA, according to the specific need (www.campden.co.uk/services/predictive-microbiological-models.pdf).

Over time, predictive microbiological research has been summarized in several reference books (e.g. [23], [24], [25], [26]), and also in special issues of journals [27]. Seminars were also held at the Central Food Science Research Institute and at the Doctoral School of the Faculty of Food Science of the Corvinus University of Budapest, in addition to the MÉBIH training mentioned above, by József Baranyi. The topic is also part of book chapters of Hungarian authors [28], [29], and also of the digital textbook of the curriculum of the Faculty of Food Science of the Corvinus University of Budapest titled „Food safety risk assessment” [30].

4. Modeling the propagation and the toxin production of molds

Empirical modeling of the proliferation of mold propagules that are different in character than bacterial cells can be performed by applying roughly the same considerations that are used in the case of bacteria, as long as the analysis of mold proliferation is performed by periodically measuring the inc-

crease in the diameter of the circular colonies forming from mold propagules inoculated onto the surface of a solid culture media in a „pointwise” fashion. Such modeling endeavors started practically concurrently with the predictive modeling of bacterial growth, when the propagation of certain *Aspergillus* species as a function of water activity was studied by a research group in Great Britain, in cooperation with researchers of the Division of Food Science and Technology of the Australian CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation) [31]. Description of the measured values of colony diameter as a function of incubation time is formally analogous with the growth curves of bacteria, and curve fitting using the Baranyi model proved possible. To determine the secondary model, instead of the water activity value, its transformed quantity $b_w = (1 - a_w)^{1/2}$ and the maximum rate of colony diameter growth (g) can be used. The a_w/b_w transformation can also be useful when modeling bacterial growth. By collecting data from similar analyses systematically and by modeling them similarly, a predictive microbiological database can be established, similarly to the modeling of bacterial growth. There are Spanish studies in recent literature about the investigation of the growth of aflatoxigenic *Aspergillus flavus* isolates on a nutrient agar prepared with the extract of powdered fruits of *Capsicum* as a function of accessible water content, using Rosso’s cardinal model, that are interesting from the point of view of the Hungarian paprika farms [32]. There have also been domestic studies in recent years, related to the modeling of the proliferation of molds, applying the Baranyi model, and partly under the professional guidance of Dr. Baranyi himself [33], [34], [35], [36].

Considering the increased risk caused by climate change [37], prediction of the growth of toxigenic molds and their mycotoxin production is of key importance for managing the risks accompanying the consumption of produce and foods susceptible to these dangers. Such pioneering works were already performed in the 1990s [38], [39]. However, modeling of the formation of mycotoxins as secondary metabolites is a difficult task, because of the limited knowledge about the formation mechanisms and laws of formation of a wide variety of toxins. Therefore, mainly research results of the most important mycotoxins, specifically aflatoxins and ochratoxins have been published in the literature of this topic [40], [41].

5. Fast and simple risk assessment based on the use of predictive models

In addition to the data banks and software collections mentioned above, there have been several kinds of software available in the past decade, downloadable freely from the internet, that can help rank food microbiological risks by answering the proper questions online. Of these, we would only like to mention the Risk Ranger program [42] (<http://www.foodsafetycentre.com.au/riskranger.php>) that we got acquainted with first, and which is available as an Excel file. It is an excellent tool for food safety educational purposes. It is also helpful to risk managers and decision makers as a first approximation to calculate relative risk assessment values after entering answers to questions regarding the different foods and pathogens, technological characteristics, consumption frequency of the given product and the size of the consumer population. Using this software, one can demonstrate what the factors are that should be modified in order to decrease food safety risks, without performing extensive investigations to achieve this.

6. Conclusions

Predictive microbiology is an important part of the toolkit of microbiological risk assessment and risk management today,

ni. Ezek közül csupán az elsőként megismert Risk Ranger programot [42]; <http://www.foodsafetycentre.com.au/riskranger.php>) említjük, amely Excel fájl formájában érhető el. Ez az eszköz élelmiszerbiztonsági oktatási célokra is kiválóan használható. A kockázatkezelők, döntéshozók számára pedig első tájékoztatóként segítséget nyújt ahhoz, hogy különböző élelmiszerekre, patogénekre, és technológiai jellemzőkre, illetőleg az adott termék fogyasztásának gyakoriságára és a fogyasztó népesség méretére vonatkozó kérdésekre adandó válaszok beírása után relatív kockázatbecslési jelzőszámot számíthassanak ki. E szoftver használatával azt is lehet érzékelteni, hogy milyen tényezők változtatásával lehet az élelmiszer-biztonsági kockázatot csökkenteni, anélkül, hogy kiterjedt saját vizsgálatokat végeznének ennek érdekében.

6. Záró gondolatok

Az előrejelző mikrobiológia mára az élelmiszer-fogyasztók egészségügyi biztonságához szükséges mikrobiológiai kockázatbecslés és kockázatkezelés eszköztárának fontos részévé vált [43], [44], és a retrospektív vizsgálatok helyett valós idejű („real time”) becsléseket és döntéseket tesz lehetővé már a gyártmány- vagy gyártásfejlesztés időszakában is, a kockázatkezelési rendszerek (HACCP) kidolgozásakor, vagy a kidolgozott rendszer helyességének értékelésekor, illetőleg a folyamatok előírt értékeitől való eltérések hatásának a becslésekor. A tudományterület gyorsan fejlődik tovább, kibővülve azokkal az innovatív aspektusokkal, amelyek a változó körülményeket, az élelmiszerek heterogenitását és a mikrobiológiai kölcsönhatásokat is képesek kellően figyelembe venni [44], és felhasználják a modern mikrobiális ökológia, a bizonytalansági és variabilitási tényezők, valamint a molekuláris és rendszer biológia tudásanyagát is [45], [46], [47], [48].

7. Köszönetnyilvánítás

A szerzők ezúton mondanak köszönetet **Mészáros László** úrnak (NÉBIH-ÉKI) értékes javaslataiért.

8. Irodalom/References

- [1] Bigelow, W. D. (1921): The Logarithmic Nature of Thermal Death Time Curves. *Journal of Infectious Diseases*, 29, p. 528-536
- [2] Esty, J. R., Meyer, R. F. (1922): The Heat Resistance of the Spores of *B. botulinus* and Allied Anaerobes. *Journal of Infectious Diseases*, 31, p. 650
- [3] Ball, C. O. (1923): Thermal Process Time for Canned Food. *Bulletin of the National Research Council*, 37 (7) Part 1.
- [4] Hinshellwood, C. N. (1946): *The Chemical Kinetics of Bacterial Cell*, Clarendon Press, Oxford
- [5] Monod, J. (1947): *Recherches sur la Croissance des Cultures Bacteriennes*. Hermann, Paris
- [6] Vas K. (1954): A mikrobacejt szaporodását befo-

lyásoló tényezők kinetikai tanulmányozása. *Agrokémia és Talajtan*, 3 (3) p. 205-226

[7] Vas K, Prosz G. (1957): Observations on the Heat Destruction of Spores of *Bacillus cereus*. *J. appl. Bacteriol.*, 20, p. 431.

[8] Vas K. (1952): Az élelmiszeriparban kárt okozó mikrobák pusztulásának fizikai és kémiai tényezői és törvényszerűségei. *Élelmezési Ipar*, 6, p. 324-331

[9] Vas K. (1955): Kinetic Studies of the Factors Influencing Microbial Growth. *Acta Microbiologica Hungarica*, 2, p. 215-234

[10] Vas K. (1958): Baktériumok pusztulási görbéjének alakjáról. *Élelmezési Ipar*, 12, p. 22-25

[11] Roberts, T. A., Gibson, A. M., Robinson, A. (1981): Prediction of Toxin Production of *Clostridium botulinum* in Pasteurised Pork Slurry. *Journal of Food Technology*, 16, p. 337-355

[12] Roberts, T. A., Jarvis, B. (1983): Predictive Modelling of Food Safety with Particular Reference to *Clostridium botulinum* in Model and Meat System. In: T. A. Roberts and F. A. Skinner (eds.) *Food Microbiology. Advances and Prospects*. Academic Press, New York, pp. 89-95

[13] Buchanan, R. L., Whiting, R. C., Davert, W. C. (1997): When is Simple Good Enough: a Comparison of the Gompertz, Baranyi, and Three-phase Linear Models for Fitting Bacterial Growth Curves. *Food Microbiology*, 14, p. 33-326

[14] Rosso, L., Lobry, J. R., Flandrois, J. P. (1993): An Unexpected Correlation Between Cardinal Temperatures of Microbial Growth Highlighted by a New Model. *J. Theoretical Biology*, 162, p. 447-463

[15] Rosso, L., Lobry, J. R., Bajard, S., Flandrois, J. P. (1995): Convenient model to describe the combined effect of temperature and pH on microbial growth. *Applied and Environmental Microbiology*, 61 (2) 610-616.

[16] Baranyi, J., Roberts, T.A., McClure, P. J. (1993): A non-autonomous differential equation to model bacterial growth. *Food Microbiol.*, 10, 43 – 59.

[17] Baranyi, J., Roberts, T.A. (1994): A dynamic approach to predicting bacterial growth in food. *Int. J. Food Microbiol.*, 23, 277-294.

[18] Baranyi J. (2010): Exposure assessment of microbial contaminants. In: Ambrus, Á. (szerk) *Élelmiszerbiztonság megítélési módszerei*. Vol. I., Edison House Holding Zrt., Budapest. ISBN 978-963-88947-0-0, pp. 139-152.

[19] Baranyi J., Tamplin, M.L. (2004): ComBase: A combined database on microbial responses to food environments. *J. Food Protection*, 67, 1967-1971.

[20] McMeekin, T. A. (2007): Predictive microbiology: Quantitative science delivering quantifiable benefits to the meat industry and other food industries. *Meat Science*, 77, 17-37.

[21] Leporq, B., Membré, J. M., Dervin, C., Buche, P., Guyonnets, J. D. (2005): The „Sym’Previous” software, a tool to support decisions to the foodstuff safety. *Int. J. Food Microbiol.*, 100 (1-3) 231-237.

[22] Dalgaard, P., Buch, P., Silberg, S. (2002): Seafood Spoilage Predictor – development and distribu-

Búcsú Farkas József akadémikustól



Megrendülve és szomorúan búcsúunk Farkas József Professzortól, aki számtalan tudományos elfoglaltsága mellett az Élelmiszervizsgálati Közlemények szerkesztőbizottságának elnöke is volt, és ahogy korábban, úgy a lap megújulása óta is aktívan részt vett az újság alakításában bölcs tanácsaival, tapasztalattal, kitűnő tudományos cikkeivel.

Úgy tartjuk méltónak, hogy az alábbiakban röviden bemutatassuk a magyar élelmiszer-tudomány és mikrobiológia legmeghatározóbb személyiségének életútját.

Pályája

1956-ban szerzett vegyészmérnöki oklevelet, az év májusában került a IX. kerületi Sütőipari Vállalathoz gyakorló mérnökként, majd a Konzerv-, Hús- és Hűtőipari Kutatóintézet tudományos segédmunkatársaként kapott állást. Két évvel később a Központi Élelmiszer-ipari Kutatóintézet (KÉKI) tudományos munkatársa lett. 1967-ben tudományos főmunkatárssá lépett elő, egy évre rá kinevezték az élelmiszer-mikrobiológiai osztály vezetőjévé. Az osztályt 1974-ig vezette, közben 1972-ben a kutatóintézet tudományos igazgatóhelyettese lett. Tisztségét tizenégy éven keresztül töltötte be.

1968-ban védte meg a kémiai tudományok kandidátusi, 1978-ban akadémiai doktori értekezését. Az MTA Általános Mikrobiológiai Bizottságának és az Élelmiszer-tudományi Komplex Bizottságnak lett tagja, utóbbinak 2004-től 2009-ig elnöke, 1990-ben megválasztották a Magyar Tudományos Akadémia levelező, 2001-ben pedig rendes tagjává.

Közben a Tudományetikai és a Radiokémiai Bizottságba is bekerült. Akadémiai tisztségein kívül 1992-től 2009-ig a Magyar Élelmiszerkönyv Bizottság elnöke, 2004-től 2008-ig a Magyar Mikrobiológiai Társaság alelnöke és 2005-től a Magyar Élelmiszerbiztonsági Hivatal Tudományos Tanácsadó Testületének elnöke.

1976 és 1978 között az Acta Alimentaria című tudományos szakfolyóirat koordináló szerkesztője volt, 2005-ben főszerkesztője lett, és a szerkesztőbizottságban is dolgozott. 1995-től 2006-ig a Radiation Physics and Chemistry szekciószerkesztője. Az Élelmiszervizsgálati Közlemények Szerkesztőbizottságához 1994-ben csatlakozott. 2006-tól folyamatosan a Szerkesztőbizottság elnöke lett.

1985-ben a Kertészeti és Élelmiszer-ipari Egyetem Állattermék Technológiai Tanszékéhez (ma: Hűtő- és Állattermék Technológiai Tanszék) került egyetemi tanári beosztásban, egyben a tanszék vezetésével is megbízták. Innen 20 éves oktatói munka után vonult nyugdíjba.

2003 óta professor emeritusi státuszt és a KÉKI-nél kutatóprofesszori megbízást kapott.

Külföldi munkássága:

1980 és 1985 között a ENSZ Élelmészeti és Mezőgazdasági Szervezete (FAO) és a Nemzetközi Atomenergia-ügy-

nökség (IAEA) közös Nemzetközi Élelmiszer-besugárzási Létesítményének igazgatója volt Hollandiában.

A legkorszerűbb technológiákkal kutatta az élelmiszer-besugárzással kapcsolatos, romlást okozó mikroflóra sugárrezisztenciáját. Az élelmiszerek besugárzással történő tartósításának témakörével közel öt évtizeden át foglalkozott. Angliában, Langfordban, a Meat Research Institute-ban ugyancsak az élelmiszer besugárzásához kapcsolódó témában kutatót, 1973-ban az Egyesült Államokba, az Illinois University of Technology intézetben a baktériumspórák sugárrezisztenciáját, a kritikus, legrezisztensebb patogéneknek a sugárkezelést követő, ún. reparációját vizsgálta.

Egy élet számokban:

Farkas József kutatóprofesszornak, a hazai élelmiszer-tudományi és technológiai kutatások hazai úttörőjének több mint 50 országból voltak tanítványai, 20 nemzetközi szakértői bizottság munkájában vett részt, 45 országban fordult meg és tartott előadást konferenciákon, szakértői bizottsági üléseken. Több mint 200 tudományos publikáció szerzője vagy társszerzője, ebből kilenc könyv társszerzője vagy szerkesztője. Munkáit magyar és angol nyelven adta közre. 52 éve volt házas, három gyermeket és hét unokát hagyott hátra.

Nézetei:

„E terület egyfajta szegénységi fogadalom megtételét igényli, mert Nobel-díjat nem élelmiszerkutatóknak osztanak” – mondta nemrég egy interjúban, hozzátéve, hogy Magyarország mezőgazdasága, élelmiszeripara jól képzett vegyészmérnököket igényel.

Többször, még e lap hasábjain is kiállt amellett, hogy a mikrobiológiai veszélyekkel szemben intelligens erőfeszítésekre volna szükség. Előadásaiiban gyakran hangoztatta a klíma-változás mikrobiológiai élelmiszer-biztonságra gyakorolt hatásait. Úgy vélte, európai viszonylatban Magyarországon az átlagosnál nagyobb lesz a felmelegedés, az ebből fakadó stresszhatás következtében pedig a természet növényei is egyre érzékenyebbek lesznek azokra a kórokozókra, amelyek részben növénybetegségeket, részben pedig növényi nyersanyagokkal közvetített élelmiszer-biztonsági problémákat okozhatnak. Ilyen pl. a mikotoxinokat képző penészgombáknak a fokozottabb terjedése.

Nem véletlen, hogy fő kutatási területe az élelmiszer-biztonság, az élelmiszer-tartósítás mikrobiológiája, kémiaja és technológiája volt. Eredményei jelentősek az antimikrobás stressztényezők együttes hatásának számszerűsítésében, az állati eredetű élelmiszerek (hús, tej, sajt stb.) lipoxidációs (tehát egy bizonyos zsírtípus oxidációs) folyamatainak gátlásában, valamint az élelmiszerekkel közvetíthető betegségek okozó (úgynevezett patogén) baktériumokkal szembeni élelmiszer-technológiák megalapozásában. A 2000-es években a fűszerekkel és a gyümölcsökkel kapcsolatban élelmiszer-technológiai kérdésekkel, valamint nem termikus tartósítási módszerekkel és az élelmiszerek mikrobiológiai biztonságának kérdéseivel foglalkozott.

Díjai, elismerései

- Sigmond Elek-emlékérem (1974)
- Kosutány Tamás-emlékérem (1992)
- Eijkman-díj (1992, Utrechti Egyetem)
- Lőrincz Ferenc-emlékérem (1997)
- Széchenyi-díj (1999)
- Ipolyi Arnold tudományfejlesztési díj (2000, OTKA)
- MTESZ-díj (2005)

Dr. Farkas József akadémikus személyében a hazai élelmiszer-tudomány egyik kiemelkedő alakját veszítettük el. Felbecsülhetetlen értékű tudományos eredményeit megőrizzük. A mindig szerény és kedves tudós emlékét kegyelettel ápoljuk. Isten adjon békés nyugodalmat neki!

Forrás: „Beszélgetés Farkas József emeritus professzor úrral” című riport, Cseh Júlia (NÉBIH újság) nyomán

tion of a product specific application software. Int. J. Food Microbiol., 73, 227-233.

[23] Perez-Rodriguez, F., Valero, A. (2013): Predictive Microbiology in Foods. Springer, New York (p. 128).

[24] McMeekin, T. A., Olley, J., Ratkowsky, D.A., Ross, T. (1993): Predictive microbiology: Theory and application. John Wiley & Sons, Taunton, U.K. (p. 340)

[25] McKellar, R. C., Lu, X. (eds.) (2004): Modeling microbial responses in food. CRC Press, Boca Raton, FL, USA (p. 343)

[26] Brul, S., Zwietering, M., Van Gerwen, S. (eds.) (2007) Modelling microorganisms in food. Woodhead Publishing, Cambridge, U.K. (p. 289).

[27] Farkas, J. (ed.) (1994): Predictive Modelling: Special Issue. International Journal of Food Microbiology, 23(3,4) 241-488.

[28] Farkas J. (2007): A mikroba szaporodás prediktív modellezésének jelentősége. In: Balla, C., Siró, I. (szerk.) Élelmiszer-biztonság és minőség. I. Alapismeretek. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 281-288.

[29] Farkas, J., Horváth, K. (2007): Az élelmiszerbiztonsági kockázatelemzés alapismeretei. In: Balla, Cs., Siró, I. (szerk.) Élelmiszer-biztonság és -minőség. I. Alapismeretek. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 289-302.

[30] Mohácsiné Farkas Cs., Farkas J., Fodor, P., Mészáros L. (2011): Élelmiszerbiztonsági kockázatbecslés. Digitális tankönyv. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.

[31] Gibson, A. M., Baranyi, J., Pitt, J. I., Eyles, M. J., Robert, T. A. (1994): Predicting fungal growth: the effect of water activity on *Aspergillus flavus* and related species. Int. J. Food Microbiol., 23, 419-431.

[32] Marin, S., Colom, C., Sanchis, V., Ramos, A. J. (2009): Modelling of growth of aflatoxigenic *A. flavus* isolates from red chilli powder as a function of water availability. Int. J. Food Microbiol., 128, 491-496.

[33] Csernus O., Andrásy É., Bata-Vidács I., Beczner J., Farkas J. (2011): *Penicillium expansum* és *Aspergillus niger* növekedési hőmérséklet- és vízaktivitás- függésének vizsgálata, különös tekintettel a klímaváltozásra. Élelmiszervizsgálati Közlemények 57, 209-218.

[34] Csernus, O., Bata-Vidács, I., Farkas, J., Beczner, J. (2013): Effects of environmental conditions on growth of *Aspergillus niger* and *Penicillium expansum*. Acta Alimentaria, 42 (4) 640-648.

[35] Csernus O. (2014): Romlást okozó, potenciálisan toxinképző penészgomba fajok növekedésének modellezése a hőmérséklet és a vízaktivitás függvényében. PhD értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Kar, Budapest (p. 81).

[36] Baranyi J., Csernus, O., Beczner, J. (2014): Error analysis in predictive modelling demonstrated on mould data. Int. J. Food Microbiol., 170, 78-82.

[37] Farkas J., Beczner J. (2009): A klímaváltozás és a globális felmelegedés várható hatása a mikológiai élelmiszerbiztonságra „Klíma-21” Füzetek, No. 56, 3 – 17.

[38] Pitt, R. E. (1993): A descriptive model of mold

growth and aflatoxin production as affected by environmental conditions. J. Food Protection, 56 (2) 139 -146.

[39] Pitt, R. E. (1995): A model of aflatoxin formation in stored products. Transactions of the ASAE, 38 (5) 1445-1453.

[40] Molina, M., Giannuzzi, L. (2002): Modeling of aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus* in a solid medium at different temperature, pH and propionic acid concentrations. Food Res. International, 35, 585-594.

[41] Kogkaki E., Natskoutis, P., Kizis, D., Nychas, G.-J., Panagou, E. (2014): Probabilistic models for the effect of temperature, water activity, and sodium metabisulfite concentration on the growth and OTA production boundaries of *Aspergillus carbonarius* isolated from Greek wine grapes. Poster P2-24. In: Programme, European Symposium on Food Safety, 7 – 9 May 2014, Budapest, Hungary. International Association for Food Protection, Des Moines, Iowa, USA.

[42] Ross, T., Sumner, J. (2002): A simple, spreadsheet-based food safety risk assessment tool. Int. J. Food Microbiol., 77, 39-53.

[43] Farkas J. (2007): Az élelmiszerek mikrobiológiai biztonságának trendjei. Élelmezési Ipar, 61 (6) 183-186.

[44] Bassett, J., Nauta, M., Lindquist, R., Zwietering, M. (2012): Tools for microbiological risk assessment. Report Commissioned by the ILSI Europe Risk Analysis in Food Microbiology Task Force. International Life Science Institute, Brussels.

[45] Leroy, F., De Vuyst, L. (2007): Modelling microbial interaction in foods. In: S. Brul, M. Zwietering, S. Van Gerwen (eds.) Modelling microorganisms in food. Woodhead Publishing, Cambridge, England, pp. 214-217.

[46] Brul, S., Westerhoff, H. V. (2007): Systems biology and food science. In: S. Brul, M. Zwietering, S. Van Gerwen (eds.) Modelling microorganisms in food. Woodhead Publishing, Cambridge, England, pp.250 – 286.

[47] Nauta, M. J. (2007): Uncertainty and variability in predictive models of microorganisms in foods. In: S. Brul, M. Zwietering, S. Van Gerwen (eds.) Modelling microorganisms in food. Woodhead Publishing, Cambridge, England, pp. 44-46.

[48] Baranyi J., Jozwiak Á., Varga L., Mézes M., Beczner J., Farkas J. (2013): A hálózat kutatás, bioinformatika és rendszerbiológia alkalmazási lehetőségei az élelmiszertudományban. Magyar Tudomány, 174 (9) 1094-1102.

Szerzők:

Dr. Farkas József, professor emeritus, az MTA rendes tagja, Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Kar

Mohácsiné dr. Farkas Csilla, egyetemi tanár, Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Mikrobiológiai és Biotechnológiai Tanszék

necessary for the safety of food consumers' health [43], [44], and it allows real time estimations and decisions instead of retrospective analyses already at the product or production development stage, when developing risk management systems (HACCP), during the evaluation of the correctness of an established system, or when estimating the effect of deviations from prescribed values of processes. This field is rapidly progressing, incorporating those innovative aspects that can

sufficiently take into consideration changing conditions, food heterogeneity and microbiological interactions [44] and can also utilize the knowledge accumulated in modern microbial ecology, uncertainty and variability factors, and molecular and systems biology [45], [46], [47], [48].

7. Acknowledgement

The authors would like to thank **Mr. László Mészáros** (NÉBIH-ÉKI) for his valuable suggestions.

A farewell to academician József Farkas



We are staggered and sad to bid farewell to Professor József Farkas who, in addition to his numerous scientific pursuits, was the president of the editorial board of the Journal of Food Investigations and, as before, had been actively involved in shaping the magazine since its renewal with his wise advice, experience and excellent scientific papers.

We think it proper to present briefly the life of the most influential personality of Hungarian food science and microbiology below.

His career

He earned his diploma in chemical engineering in 1956, started to work as a practicing engineer at the 9th district Bakery Company in May of that year, and then was offered a job as a junior scientific associate at the Canned, Meat and Refrigeration Industrial Research Institute. Two years later he became a scientific associate of the Central Food Research Institute (KÉKI/CFRI). In 1967 he was promoted to senior scientific associate, and a year later he was appointed head of the food microbiology department. He led the department until 1974, and in the meantime he became deputy scientific director of the research institute in 1972. He held this position for fourteen years.

In 1968 he defended his Ph.D. in chemistry, and in 1978 his academic doctoral thesis. He became member of the Committee of General Microbiology of the Hungarian Academy of Sciences (MTA) and the Complex Committee of Food Science, was president of the latter from 2004 until 2009, was elected corresponding member of the MTA in 1990, and full member in 2001.

Meanwhile, he was also included in the Committees of Scientific Ethics and Radiochemistry. In addition to his academic posts, he was chairman of the Hungarian Food Codex Committee from 1992 until 2009, vice president of the Hungarian Society for Microbiology from 2004 until 2008, and chairman of the Scientific Advisory Board of the Hungarian Food Safety Office from 2005.

Between 1976 and 1978 he was coordinating editor of the scientific journal *Acta Alimentaria*, became editor-in-chief in 2005, and also worked on the editorial board. He was a section editor of *Radiation Physics and Chemistry* from 1995 until 2006. He joined the editorial board of the *Journal of Food Investigations* in 1994. From 2006 he became president of the editorial board.

In 1985 he joined the Department of Livestocks' Products Technology of the University of Horticulture and Food Industry (today: Department of Refrigeration and Livestocks' Products Technology) as a college professor, and was also appointed head of the department. He retired from this position after 20 years of teaching.

Since 2003, he has been professor emeritus at the university and a research professor at CRFI (KÉKI).

Source based on: „Interview with József Farkas emeritus professor” riport by Júlia Cseh (NÉBIH újság/NÉBIH journal)

His work abroad:

Between 1980 and 1985 he was director of the International Facility for Food Irradiation Technology in the Netherlands, a research and training center sponsored by the UN Food and Agriculture Organization (FAO) and the International Atomic Energy Agency (IAEA).

Using state-of-the-art technologies, he performed research on the radiation resistance of spoilage microflora, related to food irradiation. He spent almost five decades on the topic of food preservation using irradiation. The subject of his research in England, at the Langford Meat Research Institute was also related to food irradiation, and he investigated the resistance to radiation of bacterial spores, the so-called reparation of the critical, most resistant pathogens following radiation treatment at the Illinois Institute of Technology in the US in 1973.

A life in numbers:

Research professor József Farkas, the domestic pioneer of research on food science and technology, had students from more than 50 countries, participated in the work of 20 international expert committees, visited 45 countries where he presented lectures at conferences and expert committee meetings. He is the author or co-author of more than 200 scientific publications, which includes being the co-author or editor of nine books. His works were published in Hungarian and English. He was married for 52 years, leaving behind three children and seven grandchildren.

His views:

„This field requires a kind of vow of poverty, because Nobel Prizes are not awarded to food researchers” – said in a recent interview, adding that the agriculture and food industry of Hungary requires well-trained chemical engineers.

Several times, even on the pages of this magazine, he argued that intelligent efforts would be needed against microbiological hazards. In his lectures he often pointed out the effects of climate change on microbiological food safety. He thought that, within Europe, warming would be larger than average in Hungary, and as a result of the stress caused by this, cultivated crops would become more sensitive to pathogens causing plant diseases on the one hand, and food safety problems transmitted with raw materials of plant origin on the other hand. One such problem is the more pronounced spreading of mycotoxin producing molds. It is no coincidence then that his main area of research was food safety, the microbiology, chemistry and technology of food preservation. His results were significant in the quantification of the combined effect of antimicrobial stress factors, in the inhibition of lipid oxidation processes (i.e. oxidation of a certain type of fat) of foods of animal origin (meat, milk, cheese etc.), and in the foundation of food technologies against food-borne pathogenic bacteria. In the 2000s, he addressed food technology questions related to spices and fruits, and also issues of non-thermal preservation methods and the microbiological safety of foods.

Awards, recognitions

- Elek Sigmund Memorial Medal (1974)
- Tamás Kosutány Memorial Medal (1992)
- Eijkman Medal (1992, University of Utrecht)
- Ferenc Lőrincz Memorial Medal (1997)
- Széchenyi Prize (1999)
- Arnold Ipolyi Award for the development of science (2000, OTKA)
- MTESZ Award (2005)

An outstanding figure of domestic food science was lost in the person of academician Dr. József Farkas. His priceless scientific results will live on. The always humble and kind scientist will be remembered with reverence. May God give him a peaceful rest!