



Tejtermékfejlesztés zsírsavösszetétel-módosítással

Összefoglalás

A fokozódó stressz, a mozgásszegény életmód és a helytelen táplálkozás következtében egyre gyakoribbak a szív és érrendszeri megbetegedések, amelyek megelőzésben fontos szerepet játszik az ételmisszerben az omega-3 zsírsavak megfelelő mennyiségű jelenléte.

Kutatásunkban választ kerestünk arra, hogy az olajos magvakkal történő takarmánykiegészítéssel nyert tej, illetve Specidol zsírsavkészítmény gyártásközi felhasználásával befolyásolható-e a termékek (joghurt, sajt) zsírsavösszetétele, és ha igen, milyen mértékben.

Az olajos magvak etetése által megnövekedett telítetlen és esszenciális zsírsavtartalom jelentős részét sikerült megőrizni a joghurtban és sajtban. A repce kiegészítésű takarmány alkalmazásával nyert tejből készített joghurtban megközelítettük az élettanilag optimális omega-6 és omega-3 arányt. A sajtoknál is sikerült megőrizni a kiindulási telítetlen zsírsavtartalom jelentős részét, bár az ideális omega-6 és omega-3 arány kedvezőtlen irányba tolódott el.

Eredményeink azt mutatják, hogy módunkban áll természetes úton megnövelni a tej, illetve a tejtermékek, mint állati eredetű élelmiszerek telítetlen zsírsavtartalmát és zsírsav-arányát, kedvezőbbé téve azok zsírsavösszetételét, ezáltal lehetőségünk nyílna funkcionális tejtermék kifejlesztésére hozzáadott, speciális készítmények nélkül is.

Bevezetés

A magyar lakosság halálozási statisztikájából egyértelműen kiderül, hogy a megbetegedések kialakulásában és a halálozások hátterében kiemelkedően nagy jelentőséggel bír a kiegyensúlyozatlan életvitel és az egészségtelen táplálkozás.

Egyre többen vagyunk kitéve az olyan civilizációs ártalmaknak, mint a túlhajszoltság, az alacsony vagy esetleg túl magas kalóriatartalmú ételek fogyasztása, az egyes élelmiszerekben a növényvédőszer és gyógyszermaradványok jelenléte, illetve a levegőszennyezés. Ezek hatására egyre több embernél diagnosztizálnak szív és érrendszeri megbetegedéseket, csontritkulást és sajnos már kortól függetlenül kialakulhatnak a daganatos megbetegedések is [1].

E betegségek kialakulásának megelőzésére alkalmasak lehetnek a nyugaton már egyre nagyobb jelentőséggel bíró funkcionális élelmiszerek, amelyek már Magyarországon is elterjedőben vannak. A funkcionális élelmiszerek kifejlesztésénél az a cél, hogy olyan hatóanyagot/hatóanyagokat juttassanak igazolhatóan jelentős mennyiségben az élelmiszerbe, amelynek a fogyasztása bizonyítottan előnyös a szervezet számára [2].

Az 1990-es évek elején jelent meg először a funkcionális élelmiszer elnevezés. Ezen élelmiszerek fogalmát többen is definiálták. Mindegyik megfogalmazásból kiderül, hogy a funkcionális élelmiszerek egészségügyi szempontból valamilyen többlet jótékony hatással rendelkeznek: előnyösek az egészségre, elősegítik az egyes élettani funkciókat (pl. emésztést) vagy erősítik az immunrendszert [3].

¹ Munkácsy-Tej Kft.

¹ Munkácsy Dairy Ltd.

² Food Analytica Kft.

² Food Analytica Ltd.

Ezek az élelmiszerek azonban csak egy egészséges étrenddel, az egészséges életvitel részeként tudnak segítséget nyújtani a betegségek megelőzésében. Önmagukban ezektől a termékektől azonban nem várhatunk gyógyulást [4].

Funkcionális élelmiszer kifejlesztésére kiválóan alkalmas lehet a tej, amely önmagában is értékes alapanyag. Juhok és a szarvasmarhák tejének vizsgálatánál azt állapították meg, hogy elsősorban a 4-12 szénatom-számú, valamint a telítetlen zsírsavak nagyobb arányával magyarázható a juhtej zsírjának, tehéntejénél kedvezőbb élettani megítélése [5]. Magyarország tejtermelésének döntő többsége azonban a szarvasmarha ágazatból származik. Éppen ezért tejelő szarvasmarhákkal és a tejjel, valamint annak feldolgozásával is számtalan kutatást végeztek, hogy ennek a mindennapi élelmiszernak a kedvező egészségügyi hatását fokozzák.

A tej zsírsavösszetételének módosításával és humán egészségügyi hatásának fokozásával foglalkoztak többek között Várhegyi és munkatársai [6], valamint Shingfield és munkatársai is [7]. Az olajos magvak, mint a napraforgó- és a repcemag lassan tárolódnak fel a szarvasmarha szervezetében, ezért a bennük található olajok védett zsírnak tekinthetők. Védettségük nem olyan magas fokú, mint a mesterségesen előállított védett zsíroknak, de a bendő fermentációját sem zavarják meg annyira, mint a mesterséges olajok [8].

Vizsgálataink során választ kerestünk arra, hogy takarmány-kiegészítéssel, illetve egy zsírsavkészítmény gyártásközi felhasználásával befolyásolható-e a tejtermékek (joghurt és sajt) telítetlen zsírsavösszetétele, ezen belül is kialakítható-e az élettanilag optimális 1:1 omega-6 és omega-3 zsírsavak aránya.

Anyag és módszer

Takarmány-kiegészítőként olajos magvakat: repcét és napraforgót használtak a tejelő szarvasmarháknál, a termékgyártásnál pedig egy α -linolénsavban gazdag Specidol nevű készítményt alkalmaztunk a gyártási folyamat közben.

Takarmány-kiegészítés

Kísérletünk során olyan mintákból származó elegyetejeket dolgoztuk fel, amelyek egy 70-70 egyedből álló holstein-fríz tejelő szarvasmarhák két csoportjától származtak. A kísérleti egyedek alaptakarmányát 30 napon át olajos magvakkal, repcével és napraforgóval egészítették ki. Az egyik csoport tisztán napraforgómagot, a másik csoport pedig tisztán repcemagot kapott takarmány-kiegészítésnek napi 1 kg/egyed mennyiségben. Az olajos magvakat kezeletlenül, egész szem formájában adták a kísérletben résztvevő egyedeknek.

Az etetési kísérlet megkezdése előtt és a kísérlet végén vett elegyetej mintákból készültek a kontroll és a kísérleti termékek.

A tejmintákból a Szegedi Egyetem Mérnöki Karán lévő tejlaboratóriumban joghurtot és sajtot készítettünk.

Specidol zsírsavkészítmény használata

A kezeletlen, takarmány-kiegészítést még nem kapó egyedek tejéből a kontroll termékekkel párhuzamosan Specidol zsírsavkészítmény hozzáadásával is gyártottunk kísérleti termékeket. A Specidol 22%-ban tartalmaz α -linolénsavat. Ezt a kiegészítőt gyártás megkezdése előtt adtuk a kontroll tejhez 1%-nyi mennyiségben. A többi technológiai művelet a termékekre jellemző, szokásos módon történt, különleges eljárást nem alkalmaztunk.

A termékgyártások rövid technológiája

A kísérleti sajt készítése

A tejet 70°C-on 5 percig hőkezeltük, majd 32°C-ra visszahűtöttük és a sajttejet CaCl_2 -dal feljavítottuk (20g/10 liter). Ezt követően *Lactobacillus casei*-t adtunk hozzá 0,02%-nyi mennyiségben, Chr. Hansen kultúrával beoltottuk, majd a sajttejet 32°C-on 40 percig alvasztottuk. Az alvadékat felvágtuk, elősajtoltuk, majd fokozatos utómelegítés után, 40 percig utólag sajtoltuk. Ezt követően 1 órán át 0,08MPa nyomáson préseltük, szárazon sóztuk és csomagolás előtt 5 napig hűtőben érleltük.

A kísérleti joghurt készítése

A tejet 75°C-on 5 percig hőkezeltük, majd 60°C-on 20MPa nyomáson homogénezeltük. A tejet visszahűtöttük a 45°C-os beoltási hőmérsékletre és Chr. Hansen 1g/5l Yo-Fast és 0,1g/5l ABT-1 probiotikus joghurtkultúrával oltottuk be. Csomagolást követően 45°C-on termosztátban alvasztottuk a tejet a 4,6 pH eléréséig. Az érlelés 5°C-on 24 órán keresztül történt.

A tejminták és a termékek vizsgálatait a Kaposvári Egyetem Analitikai Laboratóriumában végezték el. A zsírt extrahálással vonták ki a mintákból, majd az átészterezést követően a kapott zsírsav-metilésztereket Packard m 419 gázkromatográfival, lángionizációs detektálás alkalmazásával határozták meg.

Eredmények

Az olajos magvak takarmány-kiegészítőként történő etetésének hatására a tejben jelentősen megnövekedett a telítetlen zsírsavtartalom (**1. táblázat**)

Dairy product development by the modification of fatty acid composition

Zsuzsanna Kármányczki¹ and Berta Vanda Óré-Sütő²

Summary

Nowadays due to increased stress, sedentary lifestyle and improper nutrition cardiovascular diseases become more frequent. The right amount of omega-3 fatty acids in our diet plays a very important role in the prevention of these diseases.

It was investigated whether feeding rape or sunflower seed to dairy cows or the addition of Specidol (fatty acid product) to milk has effect on the fatty acid content of dairy produces (yogurt, cheese) and to what extent.

Feeding oily seeds increased unsaturated and essential fatty acid content in milk and it can be possible to preserve in yogurt and cheese. Rapeseed feeding helped omega-6 and omega-3 ratio to approach a close to optimal level in yogurt. Large proportion of unsaturated fatty acids could be preserved during cheese processing though the ratio shifted in a less favorable direction.

Results show that increase of unsaturated fatty acid content in milk and milk products can be increased naturally by altering feeding. Reaching favorable fatty acid composition in milk products enables the production of functional dairy products without any special additives.

Introduction

From mortality rates of the Hungarian population it is evident that unbalanced lifestyles and unhealthy diets play outstandingly important roles in the development of diseases, and are also leading causes of death.

We are more and more exposed to the harmful effects of civilization, such as being overworked, consuming foods with too few or too many calories, the presence of pesticide and drug residues in certain foods, or air pollution. Due to these, there is an increasing number of people diagnosed with cardiovascular disease, osteoporosis and, independently of age cancer [1].

Functional foods, that could be able to prevent the development of the above-mentioned diseases, have had an increasing significance in the Western world, and are starting to gain a foothold in Hungary. When developing functional foods, the goal is to add such ingredients to a food in significant amounts that are proven to be health-promoting or disease preventing [2].

The term „functional food” first appeared at the beginning of the 1990's. It was defined in several ways. All definitions explain that functional foods possess some kind of added positive health effect: they are beneficial for health, facilitate certain physiological processes (e.g. digestion) or strengthen the immune system [3].

However, these foods can help prevent diseases only as parts of a balanced diet and a healthy lifestyle. These product themselves will not cure you [4].

Milk, a valuable commodity itself, is eminently suitable for the development of functional foods. When comparing the milk of sheep and cows, it was found that the more favorable physiological effect of sheep's milk is due to its higher

content of C₄-C₁₂ and unsaturated fatty acids, compared to that of cow's milk [5]. However, most of Hungary's milk production comes from cows. Therefore, there has been a lot of research on dairy cows, milk and its processing, in order to increase the beneficial health effects of this unique food.

Modification of the fatty acid composition of milk and the enhancement of its human health effects were investigated by Várhegyi et al. [6], and also Shingfield et al. [7], among others. Oily seeds, such as sunflower and rapeseed are digested by cows slowly therefore, oils found them are considered protected fats. They are not as protected as artificially produced protected fats, but they also interfere less with rumen fermentation than do artificial oils [8].

It was investigated whether feeding rapeseed or sunflower seed to dairy cows or the addition of Specidol (fatty acid product) to milk has an effect on the fatty acid content of dairy products (yogurt, cheese), and whether it is possible to attain the physiologically optimal ratio of 1:1 of omega-6 to omega-3 fatty acids.

Material and method

Rapeseed and sunflower seed were given to dairy cows as feed supplements, and Specidol, a product rich in α -linolenic acid, was used during the manufacturing process.

Supplementing feeding

During our research, milk mixtures coming from two groups of 70 Holstein-Friesian cattle each were processed. Basic feedstock of the subjects was supplemented for 30 days by oily seeds, rapeseed and sunflower seed. The feed of one group was supplemented by pure sunflower seed and the other's was supplemented by pure rapeseed, in amounts of 1 kg/subject/day. Oily seeds were untreated and were given to the subjects as whole grains.

Control and experimental products were prepared from milk mixtures taken before and after the experiment, respectively.

Yogurt and cheese were prepared from the milk samples in the dairy laboratory of the Faculty of Engineering of the University of Szeged.

Use of Specidol

Experimental products were prepared from the milk of untreated subjects not receiving feed supplements, with the addition of Specidol, together with the control products. Specidol contains 22% α -linolenic acid. This additive was added to the control milk in an amount of 1% before production. All other technological steps were performed as usual, characteristic of the product, no special procedures were applied.

Short description of technology

Preparation of experimental cheese

Milk was heated to 70 °C for 5 minutes, then cooled to 32 °C and cheese milk was improved by adding CaCl₂ (20

1. táblázat. Telítetlen zsírsavtartalom a tejben repce és napraforgó etetés hatására (a zsírsav-etilészter tömegszázalékában)

Table 1. Unsaturated fatty acid content of milk after rapeseed and sunflower seed feeding (as a mass fraction of fatty acid methyl esters)

Zsírsav neve Fatty acid	Kontroll tej Control milk	Repce kiegészítésből származó tej Milk from rapeseed supplementation	Napraforgó kiegészítésből származó tej Milk from sunflower seed supplementation
Mirisztolein-sav Myristoleic acid	1,14	0,98	0,94
Palmitolein-sav Palmitoleic acid	2,23	1,86	2,95
Elaidinsav Elaidic acid	1,20	1,41	2,38
Olajsav Oleic acid	20,39	28,10	30,08
Linolsav Linoleic acid	2,33	5,13	3,42
γ-linolénsav γ-Linolenic acid	0,02	0,09	0,05
Eikozénsav Eicosenoic acid	0,07	0,25	0,13
α-linolénsav α-Linolenic acid	0,56	4,08	0,54
c9t11-konjugált linolsav c9t11-Conjugated linoleic acid	0,28	0,49	0,44
Eikozaidén-sav Eicosadienoic acid	0,04	0,04	0,03
Ekozatirén-sav Eicosatrienoic acid	0,10	0,15	0,17
Arachidon-sav Arachidonic acid	0,18	0,20	0,25
Eikozaptén-sav Eicosapentaenoic acid	0,08	0,07	0,04
Összesen: Total:	28,62	42,85	41,43

A táblázatban szereplő alapanyagtejeből készítettük el a kísérleti termékeket, a joghurtotokat és a sajtotkat.

A joghurtgyártás eredményei

A joghurtokban a telítetlen zsírsavak jelentős, az esszenciális telítetlen zsírsavaknak (linolsav, α-linolén-sav, arachidonsav) pedig szinte teljes mennyisége megmaradt a feldolgozás után (**2. táblázat**).

2. táblázat. Telítetlen zsírsavak mennyisége a joghurtokban (a zsírsav-metilészter tömegszázalékában)
Table 2. Unsaturated fatty acid content of yogurts (as a mass fraction of fatty acid methyl esters)

Zsírsav neve Fatty acid	Kontroll joghurt Control yogurt	Repce kiegészítésből készült joghurt Yogurt from rapeseed supplementation	Napraforgó kiegészítésből készült joghurt Yogurt from sunflower seed supplementation	Speci-dol hozzáadásával készült joghurt Yogurt after the addition of Spécidol
Mirisztolein-sav Myristoleic acid	0,84	0,85	0,84	0,96
Palmitolein-sav Palmitoleic acid	2,20	1,86	2,08	1,95
Elaidinsav Elaidic acid	1,20	1,17	2,36	1,20
Olajsav Oleic acid	20,39	27,77	30,07	20,39
Linolsav Linoleic acid	2,30	5,12	3,39	2,74
γ-linolénsav γ-Linolenic acid	0,10	0,08	0,02	0,03
Eikozénsav Eicosenoic acid	0,06	0,22	0,08	0,07
α-linolénsav α-Linolenic acid	0,40	4,07	0,51	0,44
c9t11-konjugált linolsav c9t11-Conjugated linoleic acid	0,20	0,34	0,43	0,28
Eikozaidén-sav Eicosadienoic acid	0,04	0,01	0,03	0,03
Ekozatirén-sav Eicosatrienoic acid	0,01	0,10	0,13	0,10
Arachidon-sav Arachidonic acid	0,18	0,18	0,20	0,18
Eikozapentaénsav Eicosapentaenoic acid	0,08	0,02	0,03	0,05
Összesen: Total:	28,00	41,79	40,17	28,42



A telítetlen zsírsavak közül a repce kiegészítésből származó joghurtban a termékgyártás során az eikozatriénsav, illetve az eikozapentaénsav mennyisége a negyedére csökkent. A napraforgó kiegészítésből származó joghurtban az γ -linolénsav és a palmitoleinsav mennyisége csökkent a legnagyobb mértékben. Az esszenciális telítetlen zsírsavaknak több mint 90%-a mindkét kísérleti termékben bomlás nélkül maradt (3. táblázat).

3. táblázat. Az omega-6 és omega-3 zsírsavak aránya a joghurtokban (a zsírsav-metilészter tömegszázalékában)
Table 3. Amount of omega-6 and omega-3 fatty acids in yogurts (as a mass fraction of fatty acid methyl esters)

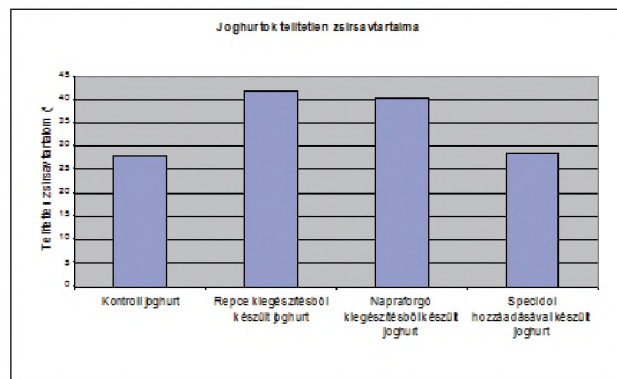
Zsírsavak Fatty acid	Kontroll joghurt Control yogurt	Repce kiegészítésből készült joghurt Yogurt from rapeseed supplementation	Napraforgó kiegészítésből készült joghurt Yogurt from sunflower seed supplementation	Specidol hozzáadásával készült joghurt Yogurt after the addition of Specidol
omega-6	2,68	5,64	4,02	0,62
omega-3	0,58	4,17	0,56	0,38
omega-6 és omega-3 arány Omega-6 to omega-3 ratio	4,62	1,35	7,18	1,63

A 3. táblázat adatai arról tanúskodnak, hogy az élettanilag kiemelt jelentőségű omega-6 és omega-3 zsírsavak aránya a repce kiegészítésből származó tejből készített joghurtban alakult a legkedvezőbbben.

A napraforgóval kiegészített takarmányt kapott tehének tejből készült joghurtban szintén kedvezően alakult a telítetlen zsírsavak összes mennyisége, bár az egymáshoz viszonyított arányuk már nem volt olyan kimagaslóan kedvező, mint a repce etetéséből származó termékben. Ebben az alapanyagtejben eleve magas volt az omega-6 zsírsavak aránya, és ez az arány a joghurtban is megmutatkozott.

Az alapanyagtejhez 1%-ban hozzáadott Specidol jelenléte a termékgyártás és fermentálás után is kimutatható volt a termékben. A hozzáadott α -linolénsavnak köszönhetően emelkedett az omega-3 zsírsavtartalom a joghurtban, ezáltal sikerült szűkíteni az omega-6 és omega-3 zsírsavak közti mennyiségi különbséget. Azonban ez az 1%-ban hozzáadott mennyiség nem volt elegendő ahhoz, hogy a termékben a szervezetünk számára ideális zsírsavarányt kialakítsuk.

A joghurtgyártás eredményeit az 1. ábrában foglaltuk össze. Az oszlopdiagram a termékekben lévő telítetlen zsírsavak mennyiségét mutatja be.



1. ábra. Telítetlen zsírsavak mennyisége a joghurtokban (a zsírsav-metilészter tömegszázalékában)

Figure 1. Amount of unsaturated fatty acids in yogurts (as a mass fraction of fatty acid methyl esters)

A sajtgyártás eredményei

A sajtok beltartalmi paramétereit vizsgálva a joghurtokhoz hasonlóan kedvező következtetéseket tudunk levonni a termékben megmaradt összes telítetlen zsírsavtartalom tekintve (4. táblázat).

4. táblázat. Telítetlen zsírsavak mennyisége a sajtokban (a zsírsav-metilészter tömegszázalékában)

Table 4. Amount of unsaturated fatty acids in cheese (as a mass fraction of fatty acid methyl esters)

Zsírsav neve Fatty acid	Kontroll sajt Control cheese	Repce kiegészítésből készült sajt Cheese from rapeseed supplementation	Napraforgó kiegészítésből készült sajt Cheese from sunflower seed supplementation	Specidol hozzáadásával készült sajt Cheese after the addition of Specidol
Mirisztoleinsav Myristoleic acid	0,79	0,94	0,87	0,85
Palmitoleinsav Palmitoleic acid	2,20	1,84	1,83	1,89
Elaidinsav Elaidic acid	1,20	1,41	2,19	2,30
Olajsav Oleic acid	19,18	21,52	27,34	23,59
Linolsav Linoleic acid	2,22	2,66	2,65	2,81
Arachidinsav Arachidic acid	0,15	0,15	0,15	0,16

g/10 litre). This was followed by the addition of *Lactobacillus casei* (0.02%), the mixture was inoculated by a Chr. Hansen culture, and the cheese milk was curdled at 32 °C for 40 minutes. The curds were cut, pre-pressed, then, after gradual heating, pressed for 40 minutes. After this, it was pressed for 1 hour at a pressure of 0.08 MPa, dry salted, and ripened for 5 days in a fridge before packing.

Preparation of experimental yogurt

Milk was heated to 75 °C for 5 minutes then homogenized at 60 °C and 20 MPa. Milk was cooled to the inoculation temperature of 45 °C, and it was inoculated by a Chr. Hansen 1 g/5 l Yo-Fast culture and a 0.1 g/5 l ABT-1 probiotic yogurt culture. After packing, milk was curdled in a 45 °C thermostat until reaching pH 4.6. Ripening was performed at 5 °C for 24 hours.

Analyses of milk samples and products were performed in the Analytical Laboratory of Kaposvár University. Fat was extracted from the samples and, following trans-esterification, fatty acid methyl esters were determined using a Packard m 419 gas chromatograph with a flame ionization detector.

Results

When using oily seeds as feed supplements, the amount of unsaturated fats in milk increased significantly (**Table 1**).

Experimental products, i.e. yogurts and cheese, were prepared from the raw milks listed in the table.

Results of yogurt production

Most of the unsaturated fatty acids and almost all of the essential unsaturated fatty acids (linoleic acid, α -linolenic acid, arachidonic acid) were retained in the yogurts after processing (**Table 2**).

Of unsaturated fatty acids, the amount of eicosatrienoic acid and eicosapentaenoic acid decreased four-fold during product manufacturing in the case of the rapeseed supplementation. In the case of sunflower seed supplementation, it was the amount of γ -linolenic acid and palmitoleic acid that decreased the most. For both experimental products, more than 90% of essential unsaturated fatty acids were retained.

Data in Table 3 show that the ratio of physiologically outstandingly important omega-6 and omega-3 fatty acids was most favorable in the case of yogurt prepared from milk coming from rapeseed supplementation.

The total amount of unsaturated fatty acids was also favorable in the yogurt prepared from milk coming from sunflower seed supplementation, however, their ratio was not as excellent as in the product from rapeseed supplementation. This raw milk had a high ratio of omega-6 fatty acids, and this ratio was apparent in the yogurt as well.

The presence of Specidol, added to the raw milk in an amount of 1%, was detectable in the product after manufacturing and fermentation. Due to the added α -linolenic acid, the omega-3 fatty acid content of the yogurt was higher, thus decreasing the difference between the amounts of omega-6 and omega-3 fatty acids. However, the added amount of 1% was not sufficient to obtain a fatty acid ratio ideal for our bodies.

Results of yogurt production are summarized in **Figure 1**. Amounts of unsaturated fatty acids in the products are shown by the columns.

Results of cheese production

When analyzing cheese products, conclusions were similarly favorable to those obtained for yogurts, in terms of residual unsaturated fatty acids (**Table 4**).

It can be seen that a significant fraction of fatty acids coming from both supplements was retained in the cheese however, the ratio of omega-6 to omega-3 fatty acids was worse after processing. In case of milk coming from both feed supplementation, and also when preparing cheese after the addition of Specidol, the omega-6 fatty acid values were high, thus the 1:1 ratio ideal for humans was not approached (Table 5).

Amounts of unsaturated fatty acids in the products are summarized in Figure 2

Conclusions

Both feed supplements had a significant effect on the fatty acid composition of milk and, consequently, on that of dairy products.

Yogurt manufacturing technologies and the materials used had no significant effect on the fatty acid content of the products. Almost all of the unsaturated fatty acid content of the milk could be detected in the yogurt.

Feeding oily seeds to cows had a beneficial effect on the amount of unsaturated fatty acids, and they were completely retained after processing. However, on the ratio of omega-6 to omega-3 fatty acids it generally had no or negative effects. The exception was the yogurt made of milk obtained after rapeseed supplementation, where the ratio was 1.35. This is considered a very important result, because products with such an omega-6 to omega-3 ratio are considered functional foods. Besides, yogurt contains lactic acid bacteria, also beneficial for humans, so there are several positive effects.

In the case of cheese, microbes of the starters used had a more significant effect on the ratio of omega-6 to omega-3 fatty acids and the fatty acid composition of the products. This is probably due to the longer ripening times. In our opinion, the exact effect of the microbes on the fatty acid composition should be the subject of a further study.

Overall it can be stated that it is possible to increase the unsaturated fatty acid content of foods of animal origin, such as milk and dairy products, in a natural way. Also, by making the ratio of fatty acids more favorable, it is possible to develop functional dairy products without the addition of special preparations.

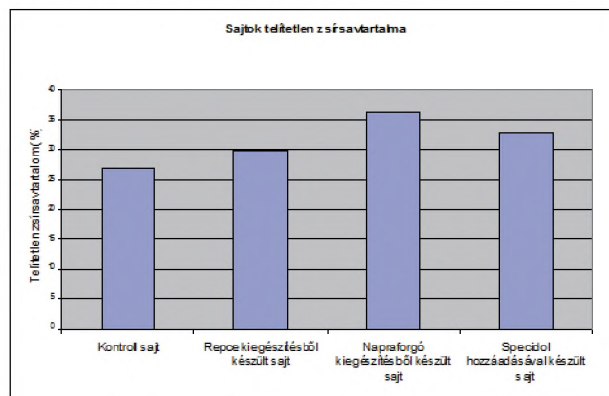
γ-linolénsav γ-Linolenic acid	0,02	0,03	0,02	0,02
Eikozénsav Eicosenoic acid	0,06	0,11	0,09	0,05
α-linolénsav α-Linolenic acid	0,53	0,51	0,50	0,39
c9t11-konjugált linolsav c9t11-Conjugated linoleic acid	0,20	0,45	0,40	0,39
Eikozaidénsav Eicozadienoic acid	0,03	0,02	0,03	0,02
Arachidonsav Arachidonic acid	0,17	0,20	0,18	0,19
Eikozapténsav Eicosapentaenoic acid	0,04	0,06	0,03	0,03
Összesen: Total:	26,79	29,9	36,28	32,69

Látható, hogy a mindkét takarmány-kiegészítőből származó zsírsavak jelentős mennyisége megmaradt a sajtban, azonban az omega-6 és omega-3 zsírsavak arányát a feldolgozás rontotta. Mindkét takarmány-kiegészítőből származó tejből és a Specidol hozzáadásával készített sajtokból magas omega-6 zsírsav értékeket kaptunk, így a kiindulási adatokhoz képest az emberi szervezet számára ideális 1:1 arány romlott (**5. táblázat**).

5. táblázat. Az omega-6 és omega-3 zsírsavak aránya a sajtokban (a zsírsav-metilészter tömegszázalékában)
Table 5: Amount of omega-6 and omega-3 fatty acids in cheese (as a mass fraction of fatty acid methyl esters)

Zsírsav neve Fatty acid	Kontroll sajt Control cheese	Repce kiegészítőből készült sajt Cheese from rapeseed supplementation	Napraforgó kiegészítőből készült sajt Cheese from sunflower seed supplementation	Specidol hozzáadásával készült sajt Cheese after the addition of Specidol
omega-6	2,59	3,31	3,23	3,39
omega-3	0,59	0,60	0,55	0,44
omega-6 és omega-3 arány Omega-6 to omega-3 ratio	4,39	5,52	5,87	7,70

A **2. összefoglaló ábra** a sajtokban lévő telítetlen zsírsavak mennyiségét mutatja be.



2. ábra. Telítetlen zsírsavak mennyisége a sajtokban (a zsírsav-metilészter tömegszázalékában)

Figure 2. Amount of unsaturated fatty acids in cheese (as a mass fraction of fatty acid methyl esters)

Következtetések

Mindkét takarmány-kiegészítés érdemben megváltoztatta a tej és azon keresztül a tejtermékek zsírsavösszetételét.

A joghurt gyártástechnológiája és a gyártás során felhasznált anyagok jelentősen nem befolyásolták az elkészített termékek zsírsavösszetételét. A tej telítetlen zsírsavtartalma szinte teljes mennyiségben kimutatható volt a joghurtban is.

Az olajos magvak etetése előnyösen megnövelte a telítetlen zsírsavak arányát, melyek teljes mennyiségében megmaradtak a feldolgozás után, viszont az omega-6 és omega-3 zsírsavak arányára általában nem, vagy kedvezőtlenül hatott. Ez alól kivétel a repce kiegészítésű takarmány alkalmazásával nyert tejből készített joghurt, mert ott az arány 1,35 volt. Ezt igen fontos eredménynek tartjuk, mivel az ilyen omega-6 és omega-3 arányú terméket funkcionális élelmiszereknek tekinthetjük. Mindemelllett a joghurt az ember számára előnyös tejsavbaktériumokat is tartalmaz, így több előnyös hatás is bizonyítható.

A sajtok esetében az alkalmazott starter kultúrák mikrobiái jelentősebben befolyásolhatták az omega-6 és omega-3 zsírsavak arányát és a termékek zsírsavösszetételét. Ennek oka valószínűleg a hosszabb érési időben kereshető. A mikrobák zsírsavösszetételre gyakorolt pontos hatásának feltárása ezért véleményünk szerint még további vizsgálatokat igényel.

Összességében elmondható, hogy módunkban áll természetes úton megnövelni a tej, illetve a tejtermékek, mint állati eredetű élelmiszerek telítetlen zsírsavtartalmát. Ezen túlmenően a zsírsavak arányát kedvezőbbé téve lehetőségünk van funkcionális tejtermék kifejlesztésére hozzáadott, speciális készítmények nélkül is.

Irodalom / References

- [1] Jónás, E. (2001): A funkcionális táplálékok szerepe a betegségmegelőzésben, egészségvédő hatású szerek, Komplementer Medicina Elektronikus időszaki kiadvány ISSN 1417-6548
- [2] Prokisch, J. (2008): Funkcionális élelmiszerek fejlesztése a Debreceni Egyetem Élelmiszertudományi Tanszéken. A jövő élelmiszerei és az egészség 91-107.
- [3] Bíró, Gy., Dworsák E., Zajkás G. (1997): Élelmiszerek az egészségmegőrzésben. Budapest. Béres Kiadványok 113.
- [4] Schenker, S. (1999): Functional foods '99, claims and evidence. 20 key facts. British Nutrition Foundation News. 1999. 19. (Summer) Supplement.
- [5] Fenyvessy, J., Csanádi, J. (1999): A kiskérődzők (juh, kecske) tejalkotórészeinek táplálkozási megítélése. Tejgazdaság LIX. 2. p. 23-27.

[6] Várhegyi, J., Fébel H., Schmidt, J., Lehel, L., Hajda, Z., Várhegyi J.-né (2007): Összefüggés a nagy tejtermelésű tehének tejének zsírtartalma és annak zsírsavösszetétele között, eltérő rostellátás és a takarmány zsírkiegészítése esetén. Állattenyésztés és Takarmányozás. 56. 343-354.

[7] Shingfield, K.J., Reynolds, C.K., Hervás, G., Griinari, J.M., Grandison, A.S., Beever, D.E. (2006): Examination of the persistency of milk fatty acid composition responses to fish oil and sunflower oil in the diet of dairy cows. J. Dairy Sci. 89. 714-732.

[8] Benitez, H.F.I. (1988): Einfluss gestaffelter oraler Gaben geschützter Fette auf verdauungsphysiologische Parameter im Pansen, Ileochoyimus und Kot des Schaffes. Dissertation, Hannover.

