

**ESNEA2. A2 behi esnearen ekoizpenerako  
trantsiziorako aukerak eta mugak**

*Esneki Zentroa – Leartiker & Neiker*

Markina-Xemein, 2024ko Urtarrilaren 31

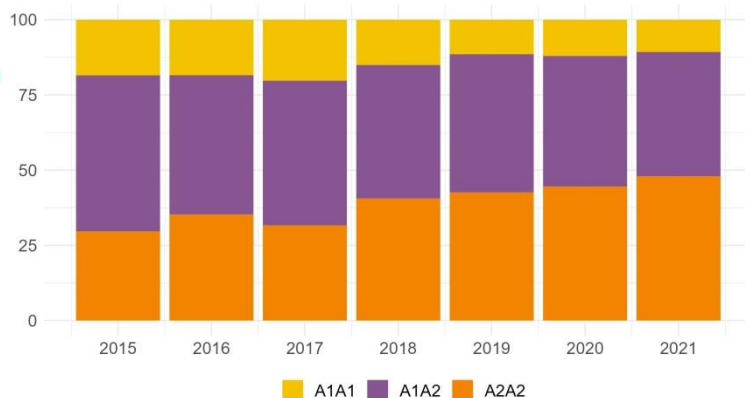
ESNEA2 Eusko Jaurlaritzaren Berriker 2022 deialdiak finantzaturako 13 hilabeteko iraupeneko proiektua izan da, Leartiker SCOOP-ek lideratu duena Neiker proiektu-bazkide izanik. Proiektuaren helburu nagusia A2 esnekiak ekoizteko eta eraldatzeko aukerei eta mugei buruzko ezagutza berriak eskuratzea eta behi-esne sektoreari hedatzea izan da.

## ESNEA2 proiektuaren emaitzak

Hori lortzeko, bi ekintza tekniko nagusi proposatu ziren, lehenengoa Neikerrek gidatua: A1-ETIK A2-RAKO TRANTSIZIOAREN EBALUAZIOA ANIMALIEN EKOIZPENEAN. Ekintza hori, aldi berean, 3 zereginetan banatuta egon zen, zeintzuetatik hurrengo emaitzak lortu ziren:

### 2.1 ataza. A1 vs A2 esne-produkzioaren aldeak ebaluatzea.

2017ko urtarriletik 2023ko ekainera arteko EAEko esne-kontrolako datuetatik abiatuta, esne-proteinen genotipoak (A1 vs A2) esne-ekoizpenean duen eragina baloratu zen. Guztira, 78 abeltzaintza ustiategitan banatutako 8.985 abereren kontrol eguneko 174.405 datu hartu dira kontuan (2017an 3976 datu eta 2022an 38114), ustiategiko 117 abererekin batez beste. A1A2 eta A1A1 genotipoekin alderatuta, ikusi da A2A2 abere-kopuruak gora egin duela denborak aurrera egin ahala, eta hori pixkanaka murrizten ari dela. Hau da, Euskadiko azienda esne-ekoizle bihurtzen ari da.

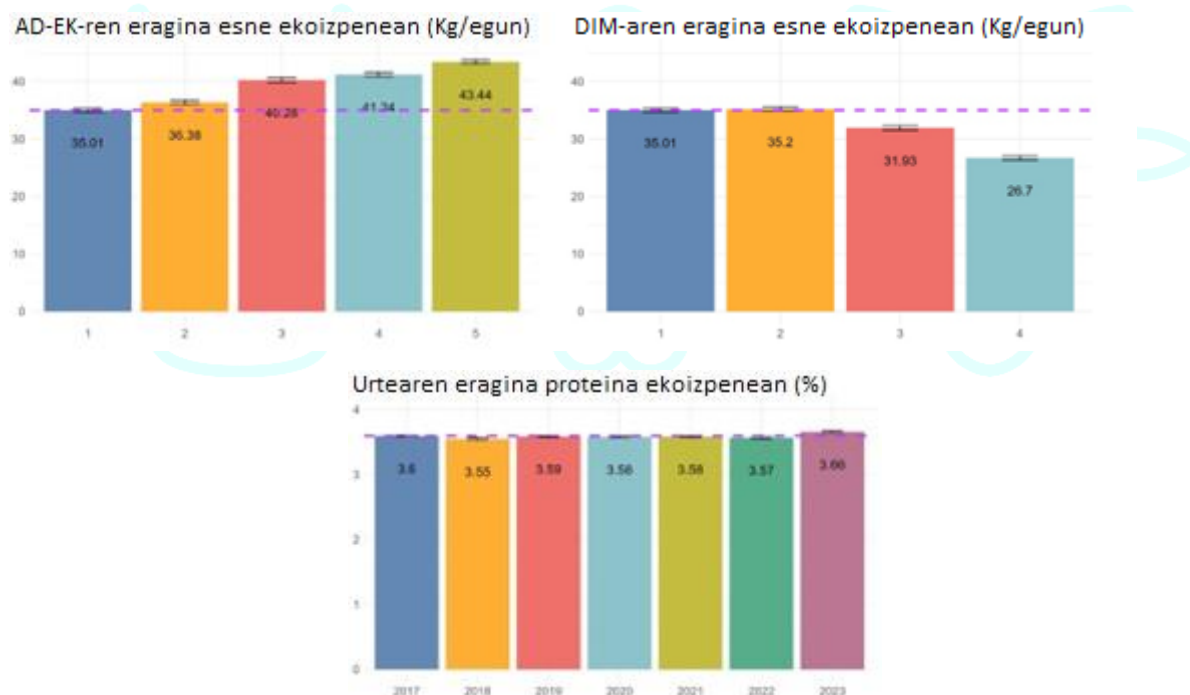


*1. irudia: 2017. eta 2023. urteen artean esne-kontrolan dauden abere-kaseinaren genotipo bakoitzerako jaiotako animalien ehunekoaren bilakaera.*

Aztertutako datetan, esnearen batez besteko ekoizpena 34,3 kg-koa izan zen egunean (gutxienez 4 kg/eguneko eta gehienez 84 kg/eguneko).

Datuen emaitza estatistikoek erakutsi zuten esne-proteinen genotipoak ez duela esnearen ekoizpena (kg/eguneko) eta esnearen gantz eta proteina totalaren ehunekoa zehazten. Beraz,  $\beta$ -kaseina genotipoetako bat bera ere ez dago animalia ekoizleekin (esnearen kg/eguneko, proteina osoaren edo koipe osoaren %) lotuta. Beste esne-proteinen eraginari dagokionez,  $\kappa$ -kaseina eta  $\beta$ -laktoglobulinarentzako genotipoa ez zen biologikoki esanguratsua izan ez esne-ekoizpenean ezta esnearen makronutrienteen konposizioan ere.

Hala ere, esne-ekoizpena handiagoa da animalia adinaren eta erditze-kopuruaren arabera (AD-EK). Bi urteko eta bi erditzeko behien ekoizpena bi urteko eta erditze bateko behiena baino (2. vs 3. kategoria) % 10 handiagoa da. Aldiz, hiru urtetik gorako behiek urte bateko behiek baino % 24 gehiago ekoizten dute (1. vs 5. kategoria). Esne-egunen (DIM) eraginez, lehen 160 egunetan ez da alderik nabari; ekoizpena, berriz, % 9 murrizten da 250 egunera arte, eta % 24 hortik aurrera.



2. irudia: Adina-erditze kopuru aldagaiaren (AD-EK, 1. kategoria: urte 1 eta erditze 1, 2. kategoria: 2 urte eta erditze 1, 3. kategoria: 2 urte eta 2 erditze, 4.kategoria: 3 urte eta 2 erditze, 5. kategoria: 3/+ urte eta 3/+ erditze), esne egunen (DIM, 1 kategoria: 5-81 egun, 2 kategoria: 81-163 egun, 3 kategoria: 163-254 egun, 4 kategoria: 254-1234 egun) eta kontrol urtearen eragin estimatua esne ekoizpenean.

Emaitza horiek praktikan jarrita, ESNEA2 proiektuan parte hartu duten lau ustiategiaren emaitzak baloratu ziren, aurreko emaitzak errepikatu baitziren. Ustiategi horiek animalia-kopuru eta merkaturatze-formatu desberdinak dituzte, eta, horren ondorioz, animaliak hautatzeko helburuak eta estrategiak desberdinak dira, 1. taulan ikus daitekeen bezala.

1. taula: Proiektuan parte hartzen duten abeltzaintza-etxeen ezaugarriak.

	#1	#2	#3	#4
<b>Animali kopurua</b>	665	88	18 (14 <sup>1</sup> )	53
<b>Produktua (%)</b>	Esnea (%100)	Esnea (% 90) jogurt eta esne pasteurizatua (% 10)	Esne (% 20) jogurt, gazta, izozki (% 80)	Esne pasteurizatua (% 100)
<b>Merkaturatzea</b>				
-Zentralera salmenta	%100	%90	%20	
-Salmenta zuzena		%10	%80	%100
<b>Genotipatua</b>	Bai	Bai	Ez	Bai

1. Behi mestizoen kopurua.

Lau ustiategietatik, hiruk dute beren behitaldea genotipatuta eta azken 6 urteetan A2A2 eta A1A1 aziendak ugaritu egin dira A1A2 eta A1A1 ustiategiekin alderatuta. Gaur egun, ustiategi bakoitzean bizirik dauden animalien artean, ehunekorik handiena A2A2 genotipoari dagokio (%75 #1ean, %53 #2an eta %61 #3an). 2. taulan ikusi daitekeenez, ez dago A1A1 zekorrik eta animalia gazteen artean A2A2 genotipoa ohikoagoa da behien artean baino.

2. taula: Ustiategi pilotuetan dauden animalien genotipoaren araberako ehunekoa.

Ustiategia		%		
		A1A1	A1A2	A2A2
#1	<b>Zekorrak</b>		14,6	85,4
	<b>Behiak</b>	2,6	29,7	67,7
#2	<b>Zekorrak</b>		36,7	63,3
	<b>Behiak</b>	12,2	42,7	45,1
#3	<b>Zekorrak</b>		30,4	69,6
	<b>Behiak</b>	5,0	42,5	52,5

## 2.2 ataza. Baldintza pilotoetan A1etik A2ra igarotzeko protokoloa ezartzea

Proiektuan inkesta batzuk egin zaizkie parte hartu duten ustiategietako abeltzainei, A2 esnearekiko zer interes eta helburu zituzten jakiteko. Emaitzak hauek izan ziren:

- Bost urte baino gehiago dira A2 esnea ezagutzen dela, eta lanean ari dira ustiategian dauden animaliek A2A2 genotipoa izan dezaten.
- Abeltzaintza-erlaketarako tresna nagusia intseminazioetan Holstein arrazako A2A2 zezenak erabiltzea da.
- Estrategia hori eraginkorra izaten ari da hautaketa A2A2 animalia gehiagorantz bideratzeko.
- Norabide horretan bideratzeko interesa agertu zen, produktuaren balio erantsi eta baita etorkizuneko estrategia modura ere, merkatuan A2 esnearen eskaera egonez gero.
- Ezarritako eperik, eskari agiririk eta merkatu-azterketarik gabeko helburua denez, hautaketa ez da nahikoa izaten ari A2A2 animaliak soilik izateko, eta, beraz, A1A2 edo A1A1 animalien ekoizpenean mantentzen dira, hainbat arrazoiengatik (ekoizpen-maila, bizi-iraupena edo mota, besteak beste).

Horrela, neurri horiei eutsita, A2A2 genotipoa duten animalien kopurua pixkanaka handitzen da, eta prozesu hori bizkortu egin daiteke, neurri hauek guztiak edo batzuk hartuta:

- Birjarpen osoa genotipatzea ezinbestekoa da hautaketa-erabaki informatuagoak hartzeko.
- Intseminazioetan A2A2 genotipoa duten arren dosiak erabili, orain arte egin den bezala.
- A2A2 abereak birjarri bakarrik; izan ere, A2A2 zezenekin intseminatzean, kasuen % 100ean, produktua A2A2 izango da.
- Kaseinarako A1A2 behien genotipoa EE bada, nahiz eta zezena A2A2 izan, oso litekeena da produktua A1A2 izatea. Beraz, ez da gomendatzen animalia horiek birjartzea.
- Gainerako genotipoen banatzea aurreratu, A2 esnearen ekoizpena bizkortu nahi izanez gero.

A2A2 genotipoa duten Holstein arrazako intseminaziorako arren eskuragarritasunari dagokionez, dosiak merkaturatzen dituzten enpresek animalia horien eskaintza zabala dutela egiaztatu ahal izan da. Zehazki, ABEREKINEk 131 A2A2 ar ditu eskaintzen dituen aukeren artean, 216 aberetik (gutzizkoaren %61). Animalia horien erabilgarritasuna deskribatzen da 3. taulan, nazioko eta nazioarteko hainbat enpresaren katalogoan oinarrituta. Bertan ikus daiteke A2A2 arren ehunekoak %50etik %90era bitartekoa dela. Beraz, ez litzateke zailtasunik egongo genotipo hori duten animaliak bakarrik erabiltzeko. Ustategia hautatzeko beste irizpideak edozein izanda ere, ustategiaren odol-ahaidetasunean ez luke eragingo.

3. taula: A2A2 arren erabilgarritasuna, hainbat enpresaren katalogoan oinarrituta.

Enpresa	Jatorria	A2A2 zezenak (%)
1	Espainia	89
2	Espainia	68
3	Espainia	48
4	Herbehereak	96
5	Estatu Batuak	66
6	Kanada	51
7	Australia	68

Gainera, baieztatu ahal izan da A2A2 arren genotipoa antzeko balio genetikoeekin edo hobeekin lotuta dagoela produkzio-karaktereetarako (Jiménez-Montenegro et al., 2023, Proc. EAAP). Beraz, A2A2 genotipoa hautatzeak ez luke etorkizunean ondorio negatiborik izango ustategietako esne-ekoizpenarekin lotutako parametroetan, eta ez luke eraginik izango populazioaren aurrerapen genetikoaren kaltetan ere.

### 2.3 ataza. A2 esnea merkaturatzeko lizentziak eta esparru arautzailea

Ez dago patenterik edo lizentziarik ordaindu beharrik A2 esne edo esneki bereziak merkaturatu ahal izateko.

AENOR "Leche Beta Caseina A2" eta produktuaren "Elaborados con Leche Beta Caseina A2" ziurtagiriak argitaratu dira 2023an, nekazaritzako elikagaien sektorearen beharrei erantzuteko eta produktua baserrian modu naturalean lortu dela bermatzeko, bai eta hornikuntza-kate osoan sarguneraino trazabilitatea bermatzeko ere. Txosten hau egiteko unean, AENORek ziurtatutako

esnetarako behi-aziendaren ustiategi bat baino ez dago: La Torre de la Granja Torre d 'en Roca (Katalunia) esnea.

Aldi berean, proiektuaren helburuari erantzuteko bigarren ekintza teknikoa Leartikerrek gidatu zuen, eta A2 ESNEAREKIN EGINDAKO ESNEKIEN KOAGULAZIO-PROPIETATEEN BALORAZIOA ETA OPTIMIZAZIOA deitu zion. Ekintza hori, aldi berean, 3 zereginetan banatuta egon zen, eta emaitza hauek izan zituen:

### 3.1 ataza. Esnearen koagulazio-propietateetan, bala-kaseina motak duen eraginari buruzko ikerketa

Bi esne-ustiategitako (#1 eta #2) animalia indibidualen A1A1 edo A2A2 kaseinaren eragina ebaluatu zen. Horretarako, animalia "bikoitiak" (A1A1, A2A2rekiko) ahalik eta antzekoenak izan zitezten saiatu zen, salbu eta, hala ere, κ-kaseina ekoizpena (adina, erditze kopurua, kaseina eta laktoglobulinaren genotipoa). 4. taulan, aztertutako 20 esne-lagin indibidualen batez besteko emaitzak agertzen dira.

4. taula: Banakako animalien esne-laginen konposizio kimikoaren batez besteko datuak (n = 20).

Nutrientea	Batezbestekoa	Desbideratze tipikoa
Kaltzioa (%)	0,122	0,105
Gatza (%)	0,177	0,210
<b>Koipea/Proteina Ratioa</b>	1,17	0,139
<b>Koipe (%)</b>	3,72	0,560
<b>Proteina (%)</b>	3,33	0,304
Laktosa (%)	4,90	0,188
ESM (%)	8,86	0,357
ES (%)	12,5	0,728
Kaseina (%)	2,55	0,183
<b>Kaseina/Proteina (%)</b>	78,1	3,33

**ESM:** Gantzik gabeko estraktu lehorra, **ES:** Esne-estraktu lehorra.

Kaseinaren genotipoaren efektuari dagokionez, A2A2 animaliangandik datorren esneak A1A1etik datorrenak baino proteina gehiago lortu zuen (%3,39 vs %3,28), eta horrek ez zuen ondoriorik izan interes teknologikoko beste faktore batzuetan, hala nola koipekian edo koipe/proteina ratioan. Ratio hori 1,17koa da (4. taula), eta behi-esnea izateko ratio egokia da esnekiak egiteko tarte optimoari dagokionez (1,1-1,35).

5. taula: Esne motak, konposizio genetikoa dela eta, esnearen konposizio kimikoan eta mikrokoagulazio-probetan duen eraginaren proba.

Parametro	A1 Esnea (n=4)		A2 Esnea (n=4)		p-balioa	
	Batezbestekoa	Desbideratze estandarra	Batezbestekoa	Desbideratze estandarra		
<b>Konposizio kimikoa</b>	<b>Kaltzioa (%)</b>	0,114	0,00503	0,121	0,00436	0,158
	<b>Gatza (%)</b>	0,185	0,0244	0,165	0,0217	0,341
	<b>Koipea/Proteina Ratioa</b>	1,23	0,112	1,067	0,0404	0,081
	<b>Koipe (%)</b>	3,82	0,400	3,45	0,182	0,215
	<b>Proteina (%)</b>	3,12	0,116	3,24	0,0451	0,152
	<b>Laktosa (%)</b>	4,84	0,172	4,87	0,104	0,789
	<b>ESM (%)</b>	8,60	0,0681	<b>8,77</b>	0,0116	<b>0,011</b>
	<b>ES (%)</b>	12,4	0,320	12,3	0,156	0,580
	<b>Kaseina (%)</b>	2,46	0,026	<b>2,56</b>	0,040	<b>0,026</b>
	<b>Kaseina/Proteina (%)</b>	79,0	2,81	78,8	0,970	0,929
<b>Mikro koagulazioa</b>	<b>Mamiaren loditasuna</b>	3,33	0,577	0,00	-	-
	<b>Mamiaren bihurtura</b>	1,00	1,00	-	-	-
	<b>Mamiaren kanpoaldeko gardentasuna</b>	2,00	-	-	-	-
	<b>Gazuraren gardentasuna</b>	3,00	-	3,00	-	-
	<b>Gazuraren jalkiera</b>	1,00	-	1,00	-	-
	<b>Esnearen diluzio ahalmena</b>	1,33	1,16	-	-	-

-, daturik ez.

P-balioa <0,05; estatistikoki esanguratsuak den desberdintasuna %95eko probabilitateaz. P-valor <0,1; estatistikoki esanguratsuak den desberdintasuna %90eko probabilitateaz.

Azkenik, faktore askoren efektu konbinatua dago. Hori logikoa da, guztien arteko harremana baitago. Oro har, lehen azaldu dugun bezala, A2 ustiategietarako trantsizioan daudenez, animaliarik zaharrenak A1A1 motakoak dira, eta gazteenak, berriz, A2A2 motakoak. Gainera, #1 motakoak # 2 motakoak baino zaharragoak dira, eta A2A2 animaliek ez dute E alelodun - kaseinarik. Horrela, faktoreen arteko erlazioak azaltzen du haien efektu konbinatuen eta



esnearen proteina-kontzentrazioaren arteko erlazioa egotea, eta hori ez dago soilik sistema biologiko konplexu batean espero zen faktore zehatz baten mende.

Kaseina motak tankeko esnearen koagulazio-propietateetan duen eraginari buruzko ikerketarako, bi azterketa-eredu egin ziren. Alde batetik, esnearen konposizio kimikoan eta mikrokoagulazioaren ezaugarrietan  $\beta$ -kaseina motak esnearen konposizio kimikoan duen eragina ikertu zen. Bestalde, faktore berak gazta freskoaren elaborazioan eta errendimenduan duen eragina ikertu zen.

$\beta$ -kaseina motak eragin altua izan zuen esnearen gantzik gabeko estraktu lehorraren eta kaseinaren ehunekoan, A2 esnearen kasuan altuagoak izanik (5. taula). Mikrokoagulazio-parametroek adierazi zuten A2 esnea ez zela koagulatzen entseguetan, eta A1, berriz, bai. Gainera, A1 esnerako koipe/proteina ratioa handiagoa dela ikusi zen, eta hori bat dator mikrokoagulazioan ikusitako emaitzekin.



*3. irudia: A1 esnearen (ezkerrean) eta A2 esnearen (eskuinean) mikrokoagulazio-probaren irudiak.*

Koagulazio egokia egon dadin, faktore hauek konbinatu behar dira esnearen konposizioan: lehen aipatutako ratioa (1,1-1,35), esne-proteinaren kaseinaren ehunekoa eta mota, koaguluaren sarea osatzeko eskuragarri dagoen kaltzioa eta gehiegizko koipe kantitatea ez izatea, sarearen eraketan eraginik izan ez dezan. A2 esneak A1 esneak baino kaseina proportzio handiagoa izan badu ere, tipologia ezagutu gabe, ehuneko hori gantz-frakzioarekin eta kaltzio-ehunekoarekin orekatuta ez badago, esnea koagulatzearen sarearen konformazioa ez da egokia izango, ikusi den bezala (3. irudia).

Azkenik,  $\beta$ -kaseina motaren eragina baloratu zen egindako gazta freskoaren elaborazioan, errendimenduan, konposizio kimikoan (4. irudia).



4.irudia: A1 esnearekin (ezkerrean) eta A2 esnearekin (eskuinean) egindako gazta freskoetako baten adibidea.

6. taula: Esneki Zentroa-Leartikerreko taldeak mamiaren elaborazioan zehar egindako oharrak eta gazta-loteen dastaketaren emaitzak.

Elaborazio datuak	Mamiaren itxura Liraren itxura	A1 gazta (n=4)		A2 gazta (n=4)	
		Tinkoa Itsaskorra	Ahula Garbia		
	Parametroa	Batezbestekoa	DS	Media	DS
Gazten dastaketa (7 epaile)	Kanpo itxura	8,1	0,6	8,2	0,7
	Barne itxura	8,5	0,5	8,4	1,1
	Usaina	8,6	0,9	8,5	0,8
	Ehundura ahoan	8,0	0,6	6,5	0,6
	Zaporea (usaimen-dastamena)	8,3	0,8	7,1	0,7

Elaborazioan zehar, A1 esnetik lortutako azken mamia A2a baino irmoagoa ikusten zen. Hori liran ere islatu zen, zeina mami apurrez bustita geratzen zen, ez, ordea, A2 mamiarekin. Horrek esan nahi du A1 mamia indartsuagoa izango litzatekeela eta A2 baino erresistentzia handiagoa izango lukeela, zeina garrantzitsua den azken gaztaren ehundurarako. Esneki Zentroa-Leartikerreko taldeak egindako ebaluazio sensorialari dagokionez, A2 gaztaren ahoko ehundurak irmotasun gutxiko eta masa lehorreko sentrazioa ematen zuen, eta A1 gazta, berriz, samurragoa nabaritzen zen. Lote batean, A2 gazta ere gaziagoa zirudien, eta beste bi lotetan, berriz, mikatza eta/edo

metalikoa izateko joera zuen zapore anormal bat utzi zuen. Bestalde, lote guztietan A1 gazta gustu normaleko gazta izan zen, azidoa eta laktikoa, eta hori 6. taulan ikus daiteke.

Emaitza horiek bat datoz mikrokoagulazio-probetan ikusitakoarekin, A1 eta A2 esnearen konposizioak gatzatuen ehunduran duen eraginari dagokionez, baina ez dute azaltzen dastamen-mailan izan ditzakeen ondorioak. Bestalde, emaitzen arabera, A2 gaztak A1 gaztak baino hezeagoak dira, eta ez dira emaitza sensorialetan islatzen. Horren arrazoia izan daiteke aldeak oso txikiak izan zirela eta ez zutela eragin sensorialik izan gazten dastaketan.

### **3.2. ataza. A2 esnetik gaztari etekin handiena ateratzeko estrategien balorazio esperimentalak**

A2 esnari nortasuna ematen zion kalitate handiko ezaugarri sensorialak zituen esneki bat garatu zen: jogurt trinko eta edangarriak.

500ml-ko tamainako jogurten adibide bat ikus daiteke 5. Irudian.



*5. irudia: A2 esnearekin egindako jogurt trinko (ezkerrean) eta edangarrien (eskuinean) adibidea.*

### **3.3. ataza. A2 esnearekin egindako esnekien kalitatea eta segurtasuna aztertzea eta ebaluatzea**

Jogurten elaborazioen proba pilotuetan, abiarazte esperimentalen aurretik, elaborazio-kubetaren analisiak egin ziren isipu bidez bi puntu kritikotan, elaborazioaren segurtasuna berretsiz. Jogurtak mikrobiologia tradizionalako analisisen bidez ere ebaluatu ziren, horien higiene-kalitatea eta elikadura-segurtasuna berresteko haien balio-bizitzan 2073/2005 (EE) Erregelamenduan oinarrituta. Hala, jogurtak 2023/11/28an egin ziren, 2023/12/19ko kontsumo

lehenetsiarekin. Emaitzek indarrean dagoen araudia bete zuten. Azkenik, Esneki-Zentroa-Leartikerreko taldeak bi produktuen analisi sentsoriala egin zuen. Emaitzek erakutsi zuten bi produktuak kalitate ezin hobekoak zirela. A2 esnearekin ekoiztutako bai jogurt trinko zein edangarriak kalitate handiko produktuak izan ziren.

## Ondorio orokorrak

- Animali indibidualen eta, beraz, azienda osoen esnearen materia proteikoak faktore produktibo eta biologiko ugari ditu.
- Animaliairen genotipoak,  $\beta$ -kaseina esne proteinarako, ez dauka berezko eragin esanguratsurik esne ekoizpenean. Beraz, hautaketa A2A2 genotipoa duten banakoen kopurua handitzera bideratzeak ez luke eraginik izango ustiategiko esne-ekoizpenean, ez positiboko ezta negatiboki.
- A2A2ren  $\beta$ -kaseinaren genotipoak ere ez lioke kalterik egingo gantz eta proteina ekoizpenaren ehunekoari. Beraz, hobekuntza-programan parte hartzen duten Holstein-ek ez lukete eragin negatiborik izango ekoizpenari dagokionez.
- A2A2 animalien maiztasuna areagotzeko estrategia batzuk planteatu dira, parte hartzen duten ustiategien errealitatea eta espektatibak kontuan hartuta.
- A2A2 genotipoa duten Holstein arraza intseminatzeko arren erabilgarritasunari dagokionez, ez litzateke zailtasunik egongo genotipo hori duten animaliak bakarrik erabiltzeko. Ustiategia hautatzeko beste irizpideak edozein direla ere, ez luke eragingo ustiategiko odol-ahaidetasunean.
- A2 gazta freskoaren koagulazioak, ehundurak eta dastamen-ezaugarriek, dirudienez, ez dute betetzen ohiko gazta fresko baten espero den kalitatea, eta horrek eragina izan dezake gaztaren bilakaeran.
- A2 esnea gazta bihurtzeko interesa dagoenez, ekoizleak espero duen errendimendua eta kalitatea lortzeko alde zuzeneko proba pilotuak egitea gomendatzen da.
- Ez dago patenterik edo lizentziarik ordaindu beharrik A2 esne edo esneki bereiziak merkaturatu ahal izateko.

- AENOREk A2 esnea merkaturatzeko ziurtagiri espezifiko bat jarri du berriki sektorearen zerbitzura, baina ez da nahitaezkoa.
- Hori guztia ikusita, A2 ekoizpen nagusia izan aurretik eta bereizteko aukerarik egon gabe, uste da oso baldintza interesgarriak daudela A2 esnea merkaturatzen duten marka berriak Estatuko merkatura ateratzeko.





# Leartiker