I GEORGOFILI

Quaderni
2015-I

LA RICERCA E L'INNOVAZIONE NEL PECORINO TOSCANO DOP: I RISULTATI OTTENUTI E LE SFIDE PER IL FUTURO

Firenze, 18 maggio 2015

EDIZIONI POLISTAMPA

Con il contributo di

Copyright © 2015
Accademia dei Georgofili
Firenze
http://www.georgofili.it

Proprietà letteraria riservata

Supplemento a «I Georgofili. Atti della Accademia dei Georgofili»
Anno 2015 - Serie VIII - Vol. 12 (191° dall'inizio)

Direttore responsabile: Paolo Nanni

Edizioni Polistampa
Via Livorno, 8/32 - 50142 Firenze
Tel. 055 737871 (15 linee)
info@polistampa.com - www.polistampa.com
Sede legale: Via Santa Maria, 27/r - 50125 Firenze

ISBN 978-88-596-1556-9

Servizi redazionali, grafica e impaginazione
SOCIETÀ EDITRICE FIORENTINA

INDICE

Carlo Santarelli
Introduzione 7

Marcello Mele, Eleonora Bulleri
Caratteristiche nutrizionali del formaggio Pecorino Toscano DOP in relazione al sistema di allevamento 9

Camilla Lazzi, Erasmo Neviani
I microrganismi nella tecnologia di produzione del Pecorino Toscano DOP: starter autoctoni e relazioni con la qualità del formaggio 25

Alessandro La Mantia, Anna Deluca
Caratterizzazione mediante analisi degli isotopi stabili ^{13}C e ^{15}N del formaggio Pecorino Toscano DOP 39

Giovanni Belletti, Alessandro Brazzini, Andrea Marescotti
Pecorino Toscano e mercato: ruolo e prospettive della denominazione di origine protetta 47

Enrico Bonari, Alberto Mantino
Sistemi foraggeri, ovinicoltura razionale e conservazione del territorio nelle aree interne della Toscana 65

Carlo Santarelli*

Introduzione

Il Pecorino Toscano affonda le sue origini nella storia della nostra regione fin da quando erano gli Etruschi a popolarla e attraverso i secoli, rispettando la tradizione e la cultura pastorale che lo aveva creato, è arrivato intatto fino a noi.

Se il tipo di latte usato e la tecnica produttiva sono rimasti invariati, gli strumenti utilizzati, l'attenzione al miglioramento continuo della qualità, la cura dell'igiene hanno avuto ovviamente uno sviluppo e una importante evoluzione durante tutti questi anni. Dire che oggi si fa il formaggio come 25 secoli fa è vero, ma quello che sicuramente è cambiato è l'atteggiamento di chi produce il latte, di chi lo trasforma in formaggio e di chi lo cura fino alla sua maturità, che pongono al centro la qualità sia igienico-sanitaria che organolettica del prodotto finito, per dare al consumatore il miglior Pecorino Toscano possibile con una qualità costante nel tempo.

L'esperienza e la capacità da sole non bastano. Il Consorzio e i suoi associati da anni hanno coinvolto o si sono lasciati coinvolgere dagli Enti di ricerca, per capire meglio la materia prima e il prodotto finito, per avere oggi un prodotto migliore di ieri e che domani possa essere ancora migliorato.

Con questo spirito presento gli atti del convegno che, nella preziosa sede dei Georgofili, il 18 maggio 2015 ha voluto fare il punto sullo stato della ricerca sul Pecorino Toscano, come una tappa importante ma non esaustiva la quale, a trent'anni dalla costituzione del Consorzio tutela Pecorino Toscano, pone le basi per un futuro di ancora più intensa ricerca, che ci aiuti a mantenere costante il livello di qualità del Pecorino Toscano che produciamo e ci permetta di migliorarlo dove ancora è possibile.

* *Presidente del Consorzio tutela Pecorino Toscano DOP*

Marcello Mele*,**, Eleonora Bulleri*

Caratteristiche nutrizionali del formaggio Pecorino Toscano DOP in relazione al sistema di allevamento

1. introduzione

Nei paesi a economia avanzata l'incremento nella popolazione dei casi di obesità, malattie cardiovascolari e di sindrome metabolica, osservabile anche nelle fasce di età più giovani, sta destando forte preoccupazione nelle istituzioni sanitarie. Per far fronte a questo problema molti paesi hanno elaborato strategie di educazione alimentare, che si articolano in vere e proprie linee guida per una sana alimentazione, al fine di migliorare le abitudini alimentari dei consumatori e diminuire l'incidenza delle patologie sopra citate, con conseguente sgravio delle spese sanitarie.

Nell'ambito di queste linee guida, al latte e ai latticini viene riconosciuto un ruolo importante, in funzione del significativo contributo che tali alimenti apportano in termini di nutrienti indispensabili al regolare sviluppo corporeo e al mantenimento di un soddisfacente stato di benessere. A riprova di ciò, sia in Italia sia in Francia il consumo di latte e yogurt consigliato è pari a tre porzioni giornaliere.

Questa omogeneità di valutazione, tuttavia, non è riscontrabile per i formaggi (sia freschi che stagionati) che, nelle linee guida francesi, sono assimilati (in termini qualitativi, ma non quantitativi) al latte e allo yogurt, mentre in Italia sono considerati a parte e se ne consiglia un consumo limitato a due, tre volte la settimana (a seconda del grado di stagionatura). Perché questa differenza? Uno dei motivi che forse può spiegare questa differente considerazione del ruolo dei formaggi nella formulazione di una dieta nutrizionalmente

* *Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa*
** *Centro NUTRAFOOD, Università di Pisa*

corretta, è probabilmente legato al fatto che le caratteristiche nutrizionali dei formaggi, specialmente se di pecora, non sono ben conosciute, nemmeno tra gli esperti di nutrizione umana. Dei formaggi, infatti, è noto il loro ruolo come fonte di calcio, per alcuni formaggi di tipo grana, legati a consorzi di produttori particolarmente efficaci nell'attività di promozione e comunicazione, è riconosciuto anche il ruolo di fonte di proteine ad alto valore biologico e facilmente digeribili, ma su tutto questo gioca un ruolo preponderante il fatto che la maggior parte dei consumatori concentra l'attenzione sull'elevato valore calorico (100 g di pecorino contengono da 340 a 400 kcal a seconda del grado di stagionatura). Nel caso del pecorino il consumo in Italia è rimasto prevalentemente legato ad abitudini regionali e stagionali, anche in dipendenza del fatto che in molte aree anche la produzione è ancora di tipo stagionale (Todaro et al., 2015).

Le caratteristiche nutrizionali dei formaggi in realtà sono molto diversificate e ancora non del tutto rivelate, proprio in virtù dell'elevata complessità della materia prima da cui vengono prodotti. La composizione del latte, a sua volta, è influenzata dall'alimentazione, dal sistema di allevamento e dalle razze di animali utilizzate. Su questo livello di complessità si innesca poi quello ascrivibile all'effetto della stagionatura e delle attività metaboliche dei batteri lattici nativi e contenuti nei lattoinnesti. Tali fattori sono responsabili della peculiarità dei vari formaggi non tanto per il contenuto in macronutrienti quanto per la composizione della frazione lipidica, della frazione proteica e per la presenza di alcune componenti minerali del latte.

Di seguito saranno elencate le principali caratteristiche nutrizionali delle diverse frazioni del formaggio Pecorino Toscano DOP, tenendo in considerazione come i fattori di allevamento possono influenzarne la variabilità.

2. LA FRAZIONE LIPIDICA

In merito alla composizione della frazione lipidica, è noto che nel grasso del latte coesistono diverse sostanza grasse ad azione contrapposta; in generale un'azione negativa è riconducibile alla presenza di acidi grassi saturi e trans, mentre un'azione positiva è dovuta alle presenza di sostanze bioattive come l'acido linoleico coniugato, l'acido vaccenico e gli acidi grassi polinsaturi omega-3. Il contenuto di quest'ultime sostanze, che hanno dimostrato proprietà benefiche per la salute umana, è naturalmente più elevato nel latte dei piccoli ruminanti e può essere opportunamente potenziato attraverso sistemi di alimentazione naturali e rispettosi del benessere degli animali (Mele,

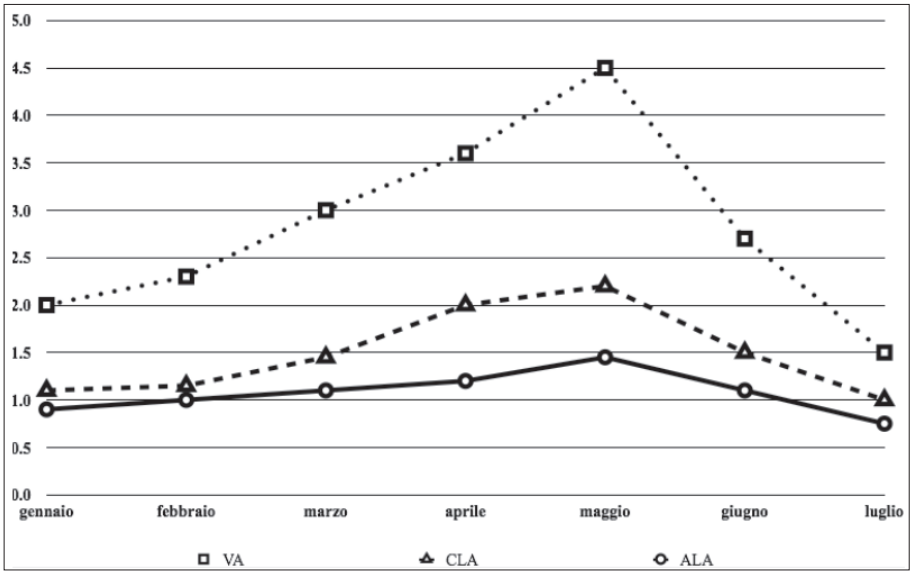


Fig. 1 *Andamento stagionale del contenuto di acido vaccenico (VA), acido linoleico coniugato (CLA) e di acido alfa-linolenico (ALA) nel Pecorino Toscano (Mele e Banni 2010)*

2009). Infatti, un ruolo fondamentale nel determinare le caratteristiche nutrizionali del Pecorino Toscano DOP è svolto dal sistema di allevamento prevalentemente di tipo semi-estensivo, basato su prati-pascolo prevalentemente coltivati con essenze ben adattate agli areali di allevamento.

La presenza di foraggio verde nell'alimentazione del gregge, per almeno metà del periodo di produzione del latte, garantisce un costante apporto nella dieta degli animali di acidi grassi polinsaturi omega-3 (PUFA n-3), che si riflette in un maggior contenuto sia di PUFA n-3 che di isomeri dell'acido linoleico coniugato (CLA), rispetto a quello normalmente riscontrabile in formaggi di altre specie (Buccioni et al., 2010).

Il contenuto di acidi grassi ad azione bioattiva segue, di norma, l'andamento stagionale della disponibilità di pascolo. In primavera, pertanto, quando la qualità e la quantità di erba disponibile sono massime, la concentrazione di VA, CLA e ALA nel grasso del latte raggiunge un picco e, successivamente, a seguito dell'innalzarsi delle temperature e della maturazione fisiologica della maggior parte delle essenze pascolive a ciclo annuale, tale concentrazione decresce. Un successivo innalzamento si può verificare nella stagione autunnale in funzione del decorso delle piogge e delle temperature (Nudda et al., 2005; Mele & Banni, 2010).

Le caratteristiche di composizione della frazione lipidica del formaggio

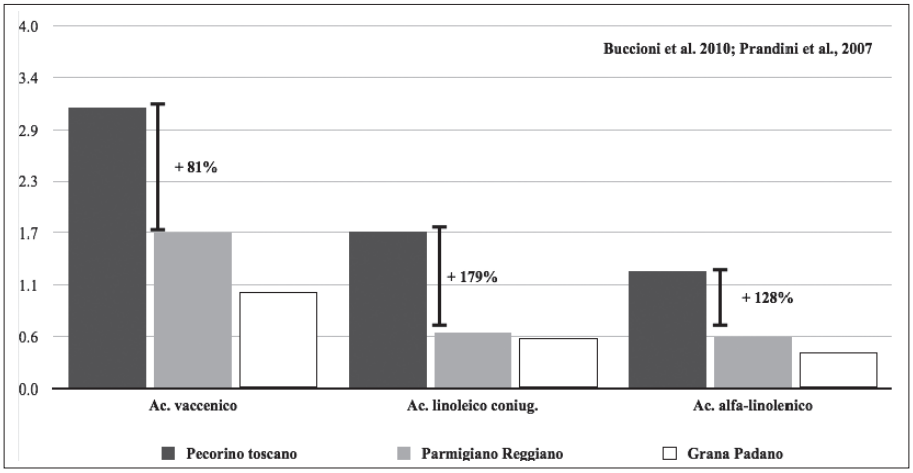


Fig. 2 *Contenuto di alcuni acidi grassi ad azione bioattiva in formaggio Pecorino Toscano DOP e in Formaggi DOP da latte vaccino*

Pecorino Toscano durante l'anno, pertanto, riflettono esattamente questo andamento stagionale (fig. 1).

Grazie al sistema di allevamento adottato, pertanto, il Pecorino Toscano DOP contiene mediamente valori più elevati degli acidi grassi sopra riportati, rispetto ad altri prestigiosi formaggi stagionati DOP prodotti con latte vaccino, ottenuto da sistemi di allevamento che, pur garantendo ottime qualità nutrizionali al latte, non prevedono il ricorso al pascolo come fonte alimentare primaria (fig. 2).

Le ricerche svolte anche in collaborazione con il Consorzio di Tutela del Pecorino Toscano DOP hanno evidenziato la possibilità di stabilizzare tali caratteristiche nel latte durante la stagione produttiva, anche in periodi dell'anno in cui l'attività di pascolo è limitata dalle condizioni pedo-climatiche. Questo aspetto è particolarmente importante alla luce dei recenti studi clinici che hanno dimostrato come il pecorino arricchito con acidi grassi omega-3 e CLA abbia un'azione positiva sulla salute dell'uomo (Pintus et al., 2013). In tal senso, l'introduzione di fonti di grasso vegetale nella dieta dei piccoli ruminanti si è dimostrata una strategia efficace (fig. 3; Mele et al., 2006; Mele et al., 2011).

In particolare, l'inclusione di semi di lino estrusi nella dieta di pecore da latte determina un significativo incremento di acido vaccenico, di CLA e di omega-3. Tale arricchimento di norma corrisponde anche a una diminuzione degli acidi grassi saturi. I livelli di arricchimento ottenibili con l'introduzione di semi di lino dipendono dalle quantità utilizzate nella dieta.

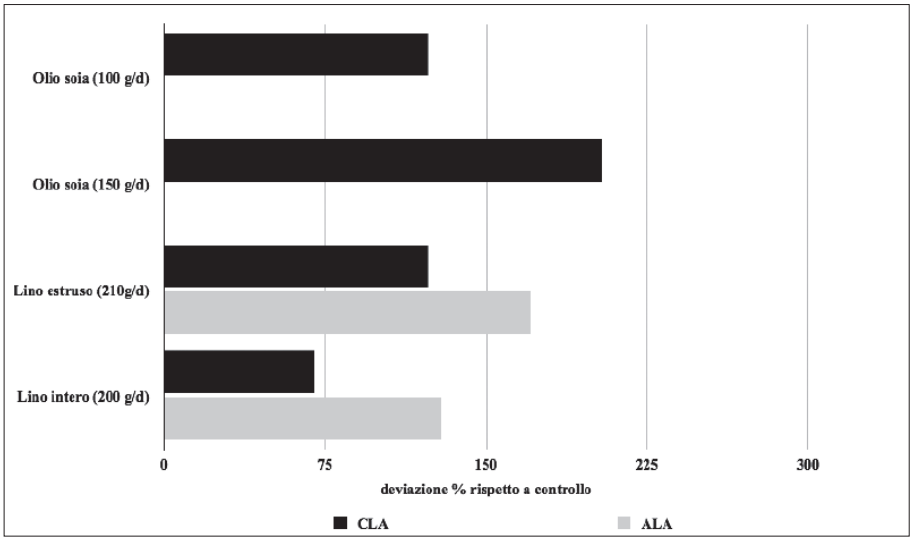


Fig. 3 *Effetto dell'integrazione lipidica della dieta sul contenuto di ALA e CLA nel latte di pecora*

Recenti studi hanno evidenziato che gli incrementi maggiori si ottengono con quantità di semi di lino estrusi prossime ai 200 g/d per capo, riuscendo così a raggiungere i livelli di arricchimento nel latte e nel formaggio ritenuti idonei a riprodurre gli effetti benefici sulla salute dell'uomo evidenziati nello studio clinico di Pintus et al. (2013). È importante sottolineare, tuttavia, che le quantità di semi di lino sopra riportate corrispondono a un aumento dei costi di alimentazione molto importante. Questa materia prima, infatti, è presente sul mercato mangimistico come prodotto di importazione e i prezzi per tonnellata si aggirano tra gli 800 e i 1000 euro. Questo significa che il costo di alimentazione degli animali può essere aggravato da importi prossimi a 0.20 € per capo al giorno.

È evidente che questo tipo di approccio non può essere sostenibile per un lungo periodo di tempo e che sia necessario, da una parte, sviluppare strategie di allevamento in grado di massimizzare l'effetto dei foraggi freschi e, dall'altra, ottimizzare le quantità di integrazione lipidica necessarie per raggiungere i livelli di arricchimento desiderati, in funzione della disponibilità di pascolo.

In tal senso, grazie ai finanziamenti previsti dal piano di sviluppo rurale della Regione Toscana per il trasferimento tecnologico, è stato possibile sviluppare una sperimentazione pluriennale che ha consentito di ottenere una strategia sostenibile di alimentazione del gregge.

I risultati ottenuti sono stati concretizzati nel progetto FORMANOVA

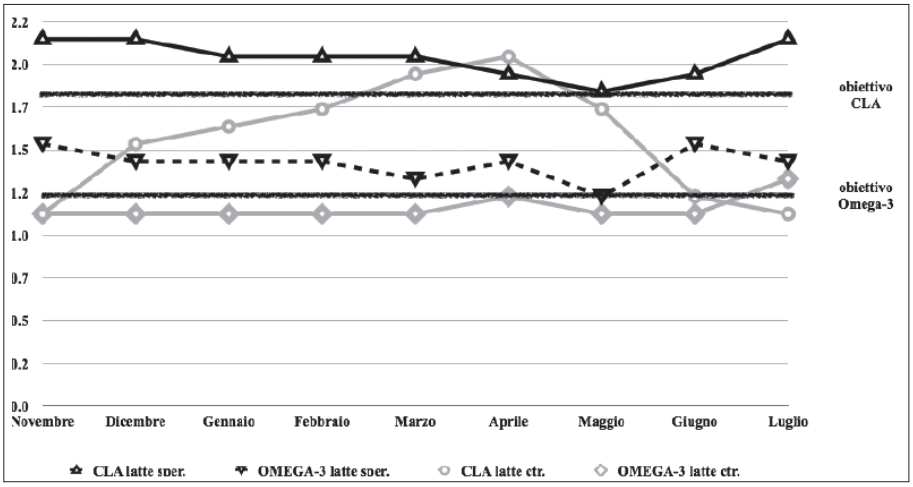


Fig. 4 *Variazione dei contenuti di CLA e di acidi grassi omega-3 nel latte ottenuto dall'applicazione delle strategie nutrizionali proposte dal progetto Formanova (latte sper.) rispetto al latte prodotto da altri allevamenti del comprensorio (latte ctr.)*

PSR 2007-2013 in cui è stato condotto un vero e proprio trasferimento tecnologico che ha permesso di mettere in atto strategie aziendali specifiche coinvolgendo mangimifici, aziende agricole e caseifici, per la produzione di Pecorino Toscano DOP arricchito in CLA, Omega-3 e acido vaccenico.

Uno dei risultati ottenuti è stata la messa a punto di una strategia efficace e duratura di arricchimento del latte ovino con acidi grassi omega-3, CLA e acido vaccenico, anche al di fuori della finestra di pascolamento primaverile, utilizzando semi di lino estrusi e olio di soia, opportunamente mescolati con gli altri ingredienti della razione.

Come si può osservare in figura 4, il contenuto di CLA e di omega-3 nel latte prodotto con la strategia sperimentale proposta nel progetto FORMANOVA ha mantenuto per tutta la durata della lattazione valori più elevati delle soglie proposte come limite minimo per garantire una qualità nutrizionale del formaggio paragonabile a quella utilizzata nella sperimentazione citata (Pintus et al., 2013).

Nel caso del latte proveniente da altri allevamenti dello stesso comprensorio (nella figura 4 definito come latte di controllo), le caratteristiche nutrizionali sopra citate erano mantenute, come atteso, solo nel periodo primaverile, quando il pascolo è disponibile in quantità e in qualità sufficiente. Il successo di tale sperimentazione ha permesso l'introduzione sul mercato di una nuova tipologia di formaggio Pecorino Toscano DOP e lo sviluppo della relativa etichetta nutrizionale.

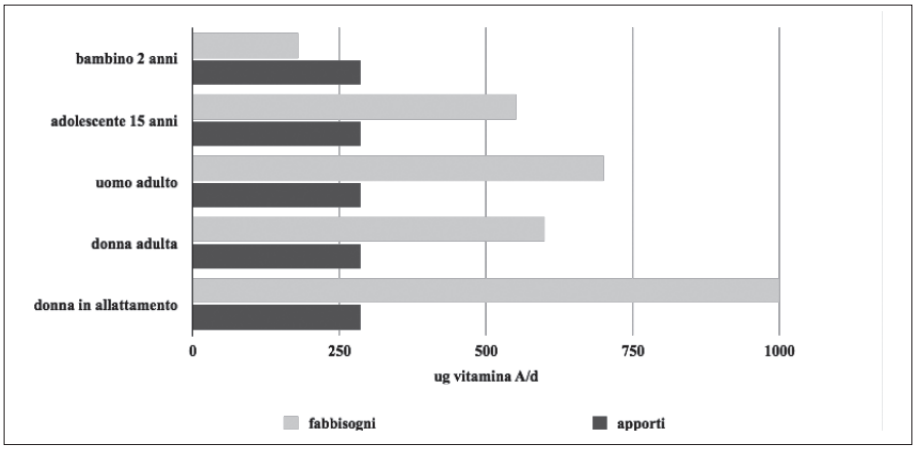


Fig. 5 *Grado di soddisfacimento dei fabbisogni di vitamina A in soggetti differenti con l'assunzione di 50 g/d di Pecorino Toscano DOP*

La frazione lipidica contiene anche un'apprezzabile quantità di vitamina A, un nutriente fondamentale per il buon funzionamento degli epiteli di rivestimento dei principali organi e apparati del corpo umano. Grazie al sistema di allevamento semi-estensivo praticato nell'area di produzione del Pecorino Toscano DOP, il contenuto di vitamina A nel grasso del latte è particolarmente importante e viene efficacemente trasferito alla frazione grassa del formaggio (quasi 600 ug/100g di formaggio). Di conseguenza il consumo regolare di formaggio Pecorino Toscano DOP può portare alla copertura di una quota importante dei fabbisogni di vitamina A.

In particolare, 50 g di pecorino possono coprire dal 50 al 100% del fabbisogno giornaliero di retinolo nei bambini e adolescenti e una quota molto importante anche dei fabbisogni per uomini e donne adulte (fig. 5), considerando i fabbisogni giornalieri di questo nutriente suggeriti dalla Società Italiana Nutrizione Umana (2012).

Anche questo aspetto, purtroppo, è poco conosciuto e spesso sono suggerite pratiche di supplementazione di questo nutriente attraverso l'assunzione di integratori alimentari, anziché rivolgere l'attenzione ad alimenti come il Pecorino Toscano che ne sono ricchi.

3. La frazione proteica

È noto che dal 25 al 30% del peso totale dei formaggi pecorini è costituito dalla frazione proteica che comprende una quota di proteina degradata

(composta prevalentemente da aminoacidi liberi), che varia in funzione del trattamento termico cui è sottoposto il latte, del grado di stagionatura del formaggio e del potere proteolitico degli enzimi endogeni del latte e di quelli esogeni appartenenti ai batteri lattici coinvolti nel processo di trasformazione e di maturazione del formaggio.

Il processo di degradazione proteica riveste un ruolo particolarmente importante dal punto di vista nutrizionale determinando sia un aumento della digeribilità della proteina per incremento degli aminoacidi liberi sia la liberazione di peptidi bioattivi, ovvero peptidi che hanno una potenziale azione benefica sulla salute dell'uomo.

La frazione proteica del pecorino Toscano DOP è ricca di aminoacidi essenziali quali la lisina, caratteristica questa che la accomuna con la frazione proteica di tutti gli alimenti di origine animale e che costituisce un tratto saliente del valore nutrizionale di questi prodotti al fine di garantire il benessere e un ottimale sviluppo psico-fisico dell'essere umano. Tuttavia, molto deve essere ancora fatto in termini di caratterizzazione nutrizionale della frazione proteica dei formaggi e del Pecorino Toscano DOP, in particolare. Recenti studi, infatti, hanno evidenziato il ruolo funzionale di alcune proteine native del latte, al di là del loro valore nutrizionale e, inoltre, la presenza di peptidi che si originano durante la stagionatura del formaggio e durante l'attività digestiva nell'intestino dell'uomo, per i quali sono state evidenziate differenti funzioni bioattive (tab. 1).

I "fattori bioattivi" sono delle sostanze con specifiche attività biologiche che di solito servono a modulare uno o più processi metabolici come, per esempio:
- la sensibilità immunologica;
- la circolazione;
- la crescita e la riparazione cellulare;
- l'uptake dei nutrienti.

La scoperta dei fattori bioattivi nel latte ha aggiunto un'ulteriore dimensione alla definizione del valore nutritivo del latte e si prospettano interessanti opportunità per l'industria casearia e il suo indotto (Mills et al., 2011).

La presenza di tali peptidi è stata evidenziata principalmente in formaggi vaccini, mentre ancora pochi studi sono stati eseguiti sui formaggi di pecora (Mills et al., 2011; Bernabucci et al., 2014; Pisanu et al., 2015).

Le funzioni bioattive dei diversi peptidi che si possono originare dalla frazione proteica dei formaggi durante i processi di trasformazione e di maturazione (a opera di enzimi endogeni e degli enzimi prodotti dai batteri lattici) e di digestione (a opera degli enzimi proteolitici del tratto gastro-intestinale) è molto varia e prende in considerazione, in particolare, attività anti-ipertensive e antitrombotiche, immunomodulatorie, agoniste degli oppioidi e di

PROTEINA DI ORIGINE	FUNZIONE
α-caseina	Precursore peptidi bioattivi
β-caseina	Precursore peptidi bioattivi
K-caseina	Precursore peptidi bioattivi
Siero-proteine	Anticancerogeno, regolazione peso
β-lattoglobulina	Trasporto retinolo e acidi grassi
α-lattoalbumina	Assorbimento Ca, immunomodulazione
Lattoferrina	Antimicrobico, assorbimento Fe,
Lisozima	Antimicrobico
Lattoperossidasi	Antimicrobico
Proteoso-peptoni	Precursori peptidi bioattivi
Glicomacropeptide	Antivirale

Tab. 1 *Attività biologiche delle principali proteine del latte (adattato da Mills et al., 2011)*

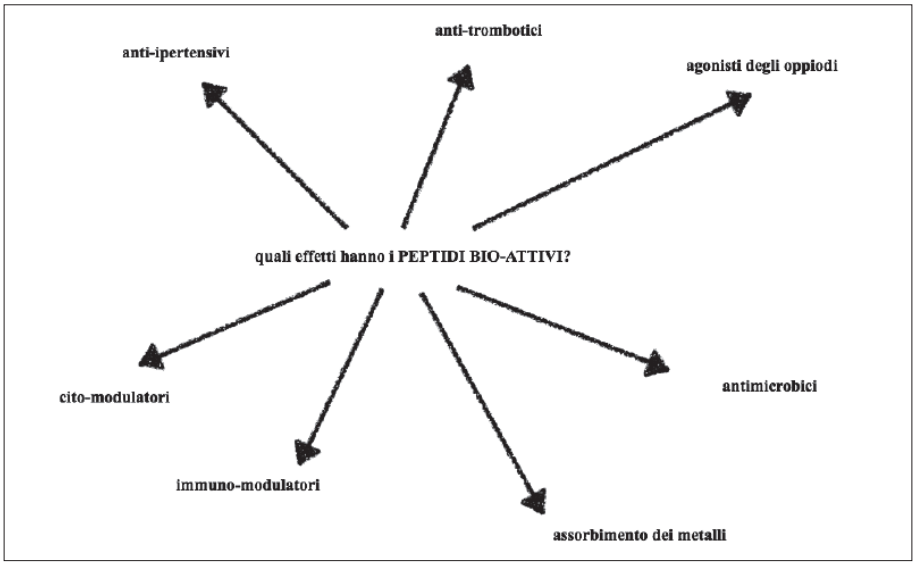


Fig. 6 *Principali effetti biologici dei peptidi bioattivi contenuti nel latte e nei formaggi*

regolazione dell'assorbimento di nutrienti (in particolare metalli, fosforo e calcio) (Gill et al., 2000; Gobbetti et al., 2004; Hayes et al., 2007; fig. 6).

Il contenuto di peptidi bioattivi nel formaggio da latte di pecora può variare sensibilmente in funzione del tipo genetico degli animali allevati, della tecnologia di trasformazione adottata e della lunghezza della stagionatura. Un'importanza minore, rispetto a quanto riportato in precedenza per la frazione lipidica, riveste il sistema di allevamento, se non per la possibilità di avere una microflora nativa differente. A questo proposito, un recente studio

condotto su formaggi di pecora prodotti da latte crudo e da latte pastorizzato, ha evidenziato un significativo aumento della produzione in vitro di peptidi bioattivi, nei pecorini ottenuti da latte non sottoposto a termizzazione. In particolare, sono risultati significativamente più elevati i peptidi bioattivi con azione immunomodulatoria e ACE-inibitoria e provenienti dalla proteolisi della beta-caseina (Pisanu et al., 2015).

Questo aspetto evidenzia l'opportunità di ampliare la discussione sulla produzione di Pecorino Toscano DOP a partire da latte non pastorizzato (possibilità ammessa dal disciplinare), in funzione dell'ottenimento di un prodotto finale con caratteristiche nutrizionali differenziate.

4. LA FRAZIONE GLUCIDICA

Come è noto nel latte lo zucchero presente in maggiore quantità è il lattosio, un disaccaride costituito da una molecola di glucosio e una di galattosio, lo zucchero semplice caratteristico del latte e fondamentale come costituente delle guaine mieliniche che rivestono il tessuto nervoso.

Il lattosio, per una porzione minoritaria della popolazione umana, può generare intolleranza, dovuta a un deficit dell'enzima lattasi che, solo raramente l'organismo umano cessa completamente di sintetizzare dopo lo svezzamento, mentre nella maggior parte dei casi la deficienza è dovuta a una prolungata assenza di ingestione di latte e latticini con la dieta e può essere gradualmente ripristinata. In ogni caso, il lattosio nei formaggi a media e prolungata stagionatura è pressoché assente, in quanto costituisce substrato elettivo di fermentazione per i batteri lattici sia durante il processo di trasformazione del latte in formaggio sia durante la fase di maturazione del formaggio.

Il pecorino Toscano DOP, come altri formaggi stagionati e semi-stagionati, non presenta contenuti apprezzabili di lattosio. Una recente indagine commissionata dal consorzio di tutela del Pecorino Toscano DOP ha evidenziato che il contenuto di lattosio nel Pecorino fresco si aggira intorno allo 0,4 g/100g di formaggio, mentre nelle forme stagionate per più di tre mesi decresce verso valori prossimi allo zero (Mele et al., dati non pubblicati).

5. LA FRAZIONE MINERALE

Nella frazione minerale del formaggio Pecorino Toscano DOP, così come in quella di altre tipologie di formaggi stagionati e semi-stagionati, spicca

Formaggio	Ca mg/100 g	P mg/100 g	Ca/P	NaCl g/100 g
Pecorino Toscano	930	658.9	1.4	1.8
Grana Padano	1165	692	1.7	1.6
Parmigiano Reggiano	1160	680	1.7	1.4

Tab. 2 *Contenuto di Calcio, Fosforo e NaCl nel Pecorino Toscano DOP e in due formaggi DOP stagionati di tipo Grana (tutti i dati sono espressi su 100 g di parte edibile)*

il contenuto di calcio, un elemento fondamentale per la salute dell'uomo, soprattutto per il sistema muscolo-scheletrico. Tale nutriente è contenuto nel formaggio Pecorino Toscano DOP in quantità significative (circa 1g/100 g di formaggio) e in forma altamente assimilabile (tab. 2).

Il rapporto Ca/P, infatti, è tale da consentire un ottimale assorbimento sia del calcio sia del fosforo e anche la forma chimica (paracaseinato di calcio) consente una migliore biodisponibilità rispetto ad altre fonti alimentari di origine vegetale.

Questa informazione, ben nota alla maggior parte dei consumatori nei riguardi dei formaggi DOP di tipo Grana, grazie all'ottimo lavoro di comunicazione assolto dai rispettivi consorzi di tutela, purtroppo non è altrettanto conosciuta nel caso del formaggio Pecorino. Con l'assunzione di soli 30 g di Pecorino Toscano DOP, infatti, è possibile coprire circa il 30% del fabbisogno giornaliero di una donna adulta. Anche in questo caso, il grado di stagionatura del formaggio è il fattore che, determinando il valore di sostanza secca totale, influisce maggiormente sul contenuto dei principali sali minerali. Quindi formaggi più stagionati contengono quantità più elevate di calcio, talvolta percepibili come veri e propri granuli nella pasta del formaggio.

Nell'ambito della frazione minerale da segnalare anche il limitato contenuto di sale (meno del 2%), in riferimento alle altre tipologie di formaggio Pecorino stagionato. Anche questa peculiarità merita una maggior attenzione in quanto uno studio recente ha dimostrato che una diminuzione del 15% del contenuto di NaCl del formaggio, opportunamente comunicato attraverso un'adeguata etichettatura, consentirebbe di aumentare la volontà all'acquisto dei consumatori (Czarnacka-Szymani & Jezewska-Zychowicz, 2015).

6. CONCLUSIONI

In conclusione, è possibile affermare che a oggi molto è stato fatto per conoscere e soprattutto migliorare la caratteristiche nutrizionali del Pecorino Toscano DOP, sia in relazione alle tecniche di allevamento degli animali, quale

FORMAGGIO	NaCl g/100 g formaggio
Pecorino Romano	5.5
Pecorino sardo	2.0
Fiore sardo	4.1
Canestrato pugliese	2.6
Pecorino Toscano	1.8

Tab. 3 *Contenuto di sale in alcune tipologie di formaggio Pecorino DOP*

strumento per migliorare la frazione lipidica e le caratteristiche igienico sanitarie del latte, sia attraverso il miglioramento delle tecnologie di trasformazione e maturazione del formaggio. Tuttavia ancora molto lavoro è necessario per valorizzare tutte le proprietà nutrizionali del Pecorino Toscano DOP, farle adeguatamente conoscere ai consumatori e promuoverne così il consumo. Esistono infatti ampi margini di miglioramento delle conoscenze sia circa gli studi clinici di intervento basati sull'utilizzo di formaggio nella dieta, sia circa la presenza e la funzione svolta dai peptidi bioattivi nel Pecorino Toscano sulla salute umana. Allo stesso tempo, l'avanzamento delle conoscenze in campo biotecnologico consentirà di valutare in maniera sempre più efficace il ruolo dei microrganismi nella definizione delle proprietà nutrizionali del formaggio.

Relativamente ai sistemi di allevamento, è innegabile che quello semi-estensivo, fino a oggi adottato, garantisce il miglior legame con il territorio e una maggior presenza di sostanze bioattive di origine lipidica nel latte, che ben caratterizzano il formaggio Pecorino rispetto ad altre tipologie di prodotti stagionati. Allo stesso tempo, i sistemi semi-estensivi possono essere anche un valido strumento di tutela del paesaggio e del territorio. Quest'ultimo aspetto, tuttavia, come ampiamente illustrato in un'altra relazione di questo convegno, deve essere declinato in maniera tecnicamente ottimale, impiegando le risorse foraggere e le tecniche di coltivazione e di pascolamento che meglio si adattano a preservare la fertilità del suolo e a contrastare i fenomeni erosivi.

Lo sviluppo del settore ovino da latte, pertanto, attraverso la produzione di Pecorino Toscano DOP, rappresenta per l'agricoltura Toscana un'opportunità di valorizzazione e di salvaguardia del proprio territorio, a condizione che tale sviluppo sia accompagnato da un efficiente trasferimento di innovazioni tecnologiche che garantiscano un'adeguata competitività delle imprese agrozootenciche coinvolte.

Per favorire tale processo probabilmente sarà necessario anche un adeguamento del disciplinare di produzione del Consorzio e un maggiore sforzo di comunicazione vero il consumatore, affinché tutte le reali caratteristiche

nutrizionali siano note e sia possibile esplorare nuovi segmenti di mercato, in grado di sostenere più adeguatamente la redditività dei trasformatori e dei produttori primari.

RIASSUNTO

Le principali caratteristiche nutrizionali del Pecorino Toscano DOP sono legate in buona parte alle peculiarità della materia prima e, in particolare, alla composizione della frazione lipidica, della frazione proteica e ad alcune componenti minerali del latte.

Per quanto riguarda la componente lipidica dei formaggi, un ruolo fondamentale è svolto dal sistema di allevamento, prevalentemente di tipo semi-estensivo, basato su prati-pascolo coltivati con essenze ben adattate agli areali di allevamento. Questo sistema garantisce un costante apporto nella dieta degli animali di acidi grassi polinsaturi omega-3 (PUFA n-3), che si riflette in un maggior contenuto sia di PUFA n-3 che di isomeri dell'acido linoleico coniugato (CLA), rispetto a quello normalmente riscontrabile in formaggi di altre specie. Le ricerche svolte hanno evidenziato la possibilità di stabilizzare tali caratteristiche nel latte durante la stagione produttiva, anche in periodi dell'anno in cui l'attività di pascolo non può svilupparsi appieno. Questo aspetto è particolarmente importante alla luce dei recenti studi clinici che hanno dimostrato come il pecorino arricchito con acidi grassi omega-3 e CLA abbia un'azione positiva sulla salute dell'uomo. Nell'ambito della frazione lipidica si trova anche un apprezzabile contenuto di vitamina A. Grazie al sistema di allevamento semi-estensivo praticato nell'area di produzione del Pecorino Toscano DOP, il latte prodotto è particolarmente ricco di vitamina A, che viene efficacemente trasferita ala frazione grassa del formaggio.

Per quanto riguarda la frazione proteica, recenti studi hanno evidenziato la presenza di peptidi bioattivi che si originano durante la stagionatura del formaggio e durante l'attività digestiva nell'intestino dell'uomo. La presenza di tali peptidi è stata evidenziata principalmente in formaggi vaccini, mentre pochi studi sono stati eseguiti sui formaggi di pecora.

Il pecorino Toscano DOP, come altri formaggi stagionati e semi-stagionati, non presenta contenuti apprezzabili di lattosio.

Infine nella frazione minerale spicca il contenuto di calcio, che nel formaggio Pecorino è contenuto in quantità significative (circa 1%) e in forma altamente assimilabile. Con soli 30 g di Pecorino è possibile coprire circa il 30% del fabbisogno giornaliero di una donna adulta. Nell'ambito della frazione minerale da segnalare il limitato contenuto di sale (meno del 2%), in riferimento alle altre tipologie di formaggio stagionato.

ABSTRACT

Nutritional properties of Pecorino Toscano pdo cheese, as affected by the rearing system. The main nutritional properties of the Pecorino Toscano PDO cheese are mainly related to the characteristics of raw milk, in particular to the composition of lipids, proteins and minerals.

As regard lipids, rearing systems is able to in deep affect fat content and composition, especially in the case of grazing systems based on forage species well adapted to the local environment. Since grazing systems allow to obtain milk and cheese enriched with omega-3 (PUFA n-3) and conjugated linoleic acid (CLA), Pecorino cheese usually contains greater amounts of PUFA n-3 and CLA than other cheese obtained from bovine milk.

Recent studies highlighted the possibility to make stable these compositional characteristics of milk and cheese fat, also when pasture is not completely available. This aspect is particularly relevant, because a recent clinical trial demonstrated that the intake of Pecorino cheese enriched with CLA and PUFA n-3 may positively act on human health.

Grazing systems are also able to enrich fat of Pecorino cheese with vitamin A, thanks to the great amount of carotenoids in fresh pasture.

Bioactive peptides may origin from the nitrogen fraction of cheese during processing and ageing of the cheese as well as during the digestion, as a consequence of the proteolytic enzymes. The ability of milk and cheese protein to produce bioactive peptides was evaluated mainly in dairy products from bovine milk, whereas studies on Pecorino cheese are scarce.

Lactose in almost zero in Pecorino Toscano cheese after three month of ageing, similarly to what observed in other aged cheese.

Finally, calcium is contained at high levels in Pecorino cheese (nearly 1%) as organic form with high bioavailability. Only 30 gams of Pecorino are able to deliver nearly 30% of the calcium daily requirements of an adult woman.

BIBLIOGRAFIA

Arfini F., Belletti G., Marescotti A. (2010): *Prodotti tipici e denominazioni geografiche. Strumenti di tutela e valorizzazione*, Gruppo 2013, Quaderni, Edizioni Tellus, Roma.

Barjolle D., Jeanneaux P. (2012): *Raising Rivals Costs Strategy and Localised Agro-Food Systems in Europe*, «International Journal on Food System Dynamics», 3 (1), pp. 11-21.

Belletti G., Marescotti A. (2011a): *Origin Products, Geographical Indications and Rural Development*, in Barham E., Sylvander B. (Eds.), *Labels of origin for food. Local development, global recognition*, Cambridge (USA), CABI International, pp. 75-91.

Belletti G., Marescotti A. (2011b): *Monitoring and evaluating the effects of the protection of Geographical Indications. A methodological proposal*, in Swiss Federal Institute of Intellectual Property (Ed.), «The effects of protecting Geographical Indications. Ways and Means of their evaluation», Berne, Publication n. 7 (07.11), pp. 31-121.

Belletti G., Marescotti A., Touzard J.M. (2015): *Geographical Indications, Public Goods and Sustainable Development: The roles of actors' strategies and public policies*, «World Development», http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.05.004.

Bernabucci U., Catalani E., Basiricò L., Morera P., Nardone A. (2014): *In vitro ACE-inhibitory activity and in vivo antihypertensive effects of water-soluble extract by Parmigiano Reggiano and Grana Padano cheeses*, «International Dairy Journal», 37, pp. 16-19.

Buccioni A., Rapaccini S., Antongiovanni M., Minieri S., Conte G., Mele M. (2010): *Conjugated linoleic acid and C18:1 isomers content in milk fat of sheep and their transfer to Pecorino Toscano cheese*, «International Dairy Journal», 20, pp. 190-194.

CARBONE A. (2003): *The role of designation of origin in the Italian food system*, in Gatti S., Giraud-Héraud E., and Mili S. (Eds.), *Wine in the old world. New risks and opportunities*, Milano, Franco Angeli, pp. 29-39.

CZARNACKA-SZYMANI J., JEZEWSKA-ZYCHOWICZ M. (2015): *Impact of nutritional information on consumers' acceptance of cheese with reduced sodiumchloride content*, «International Dairy Journal», 40, pp. 47-53.

FRAYSSIGNES J. (2005): *Les AOC dans le développement territorial, une analyse en termes d'ancrage appliquée aux cas français des filières fromagères*, Thèse présentée pour obtenir le titre de docteur de l'Institut National Polytechnique de Toulouse. Soutenue le 12 décembre 2005.

GILL H.S., DOULL F., RUTHERFURD K.J., CROSS M.L. (2000): *Immunoregulatory peptides in bovine milk*, «British Journal of Nutrition», 84, pp. S111-S117.

GOBBETTI M., MINERVINI F., RIZZELLO C.G. (2004): *Angiotensin I-converting-enzyme-inhibitory and antimicrobial bioactive peptides*, «International Journal of Dairy Technology», 57, pp. 173-188.

HAYES M., STANTON C., FITZGERALD G.F., ROSS R.P. (2007): *Putting microbes to work: dairy fermentation, cell factories and bioactive peptides. Part II: bioactive peptide functions*, «Biotechnology Journal», 2, pp. 435-449.

MELE M., CONTARINI G., CERCACI L., SERRA A., BUCCIONI A., POVOLO M., CONTE G., FUNARO A., BANNI S., LERCKER G., SECCHIARI P. (2011): *Enrichment of Pecorino cheese with conjugated linoleic acid by feeding dairy ewes with extruded linseed: effect on fatty acid and triglycerides composition and on oxidative stability*, «Int. Dairy J.», 21, pp. 365-372.

MELE M. (2009): *Designing milk fat to improve healthfulness and functional properties of dairy products: From feeding strategies to a genetic approach*, «Ital. J. Anim. Sci.», 8, pp. 365-373.

MELE M., BANNI S. (2010): *Lipid supplementation in small ruminant nutrition and dairy products quality: implications for human nutrition*, in Crovetto M (Ed.), *Energy and protein metabolism and nutrition*, EAAP Publication 127, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, pp. 653-663.

MELE M., BUCCIONI A., PETACCHI F., SERRA A., BANNI S., ANTONGIOVANNI M., SECCHIARI P. (2006): *Effect of forage/concentrate ratio and soybean oil supplementation on milk yield and composition from Sarda ewes*, «Anim. Res.», 55, pp. 273-285.

MILLS S., ROSS R.P., HILL C., FITZGERALD G.F., STANTON C. (2011): *Milk intelligence: Mining milk for bioactive substances associated with human health*, «International Dairy Journal», 21, pp. 377-401.

NUDDA A., MC GUIRE M.A., BATTACONE G., PULINA G. (2005): *Seasonal variation in conjugated linoleic acid and vaccenic acid in milk fat of sheep and its transfer to cheese and ricotta*, «J. Dairy Sci.», 88, pp. 1311-1319.

PINTUS S., MURRU E., CARTA G., CORDEDDU L., BATETTA B., ACCOSSU S., PISTIS D., UDA S., GHIANI M.E., MELE M., SECCHIARI P., ALMERIGHI G., PINTUS P., BANNI S. (2013): *Sheep cheese naturally enriched in α-linolenic, conjugated linoleic and vaccenic acids improves the lipid profile and reduces anandamide in the plasma of hypercholesterolaemic subjects*, «Br. J. Nutr.», 109, pp. 1453-1462.

PIRISI A., COMUNIAN R., URGEGHE P.P., SCINTU M.F. (2011): *Sheep's and goat's dairy products in Italy: Technological, chemical, microbiological, and sensory aspects*, «Small Ruminant Research», 101, pp. 102-112.

PISANU S., PAGNOZZI D., PES M., PIRISI A., ROGGIO T., UZZAU S., ADDIS M.F. (2015):

Differences in the peptide profile of raw and pasteurised ovine milk cheese and implications for its bioactive potential, «International Dairy Journal», 42, pp. 26-33.

Prandini A., Sigolo S., Tansini G., Brogna N., Piva G. (2007): *Different level of conjugated linoleic acid (CLA) in dairy products from Italy*, «Journal of Food Composition and Analysis», 20, pp. 472-479.

Società Italiana Di Nutrizione Umana (2012): LARN, *Livelli di Assunzione di Riferimento di Nutrienti ed energia per la popolazione italiana*, revisione 2012. http://www.sinu.it/documenti/20121016_LARN_bologna_sintesi_prefinale.pdf.

Todaro M., Dattena M., Acciaioli A., Bonanno A., Bruni G., Caroprese M., Mele M., Sevi A., Marinucci Trabalza M. (2015): *Aseasonal sheep and goat milk production in the Mediterranean area: Physiological and technical insights*, «Small Ruminant Research», 126, pp. 59-66.

Vandecandelaere E., Arfini F., Belletti G., Marescotti A. (Eds.) (2009): *Linking people, places and products. A guide for promoting quality linked to geographical origin and sustainable geographical indications*, FAO-SINERGI, Rome.

Camilla Lazzi*, Erasmo Neviani*

I microrganismi nella tecnologia di produzione del Pecorino Toscano DOP: starter autoctoni e relazioni con la qualità del formaggio

introduzione

L'impiego dell'innesto, al fine di "governare" i processi fermentativi della caseificazione, è pratica consolidata nella tradizione dei formaggi tipici. L'acidificazione, infatti, risulta determinante nel regolare i processi di coagulazione del latte, di spurgo della cagliata e di maturazione della pasta (Mucchetti e Neviani, 2006). La composizione microbiologica degli innesti può variare in relazione all'utilizzo. Alle caratteristiche delle colture, e in particolare all'attività metabolica delle specie e dei biotipi che le costituiscono, sono legate le caratteristiche dei prodotti ottenuti e, in molti casi, da loro dipende l'originale qualità che diventa anche tipicità e pregio commerciale. Il Pecorino Toscano DOP, uno dei formaggi tipici della tradizione casearia italiana, è prodotto con latte di pecora pastorizzato e prevede, secondo quanto riportato nel Disciplinare di Produzione, l'utilizzo di un innesto autoctono. Il profilo microbiologico di questo formaggio è determinato dalla presenza di un'eterogenea popolazione lattica, derivante dal latte crudo, residuale al trattamento termico e derivante dallo starter, che evolve nel corso del processo di produzione (Neviani et al., 1998).

Al fine di preservare la microflora caratteristica di questa peculiare nicchia casearia, il Consorzio del Pecorino Toscano si avvale, per la preparazione dell'innesto, di una collezione microbica costituita da specie e biotipi isolati durante le diverse fasi dal processo di produzione. Tale ceppoteca, allestita a partire dagli anni '90, è prevalentemente costituita da ceppi appartenenti alle specie *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Streptococcus thermophilus*. Questo

* *Dipartimento di Scienze degli Alimenti, Università di Parma*

progetto si è posto lo scopo di rivalutare la collezione microbica del Pecorino Toscano al fine di ampliarla, caratterizzarla con tecniche altamente discriminanti e renderla di maggior rilievo tecnologico. Secondo il Disciplinare di Produzione, infatti, tale collezione deve essere aggiornata periodicamente attraverso nuove ricerche validate dal Consorzio di tutela e trasmesse al Ministero competente, anche per verificare quale parte della microflora (specie e biotipi) del latte crudo sia ancora oggi da ritenere autoctona. Nel corso dell'ultimo decennio gli ecosistemi ambientali potrebbero essersi modificati anche in seguito ad innovazioni tecnologiche occorse lungo la filiera produttiva (dall'allevamento al caseificio) e tale fenomeno può aver comportato la perdita o l'arricchimento in specie e biotipi, modificazione che deve essere valutata e considerata nella costituzione di una nuova collezione microbica aggiornata.

L'obiettivo di questo lavoro è stato quindi quello di identificare nuovi ceppi microbici isolati da campioni di latte crudo, latte crudo in caldaia addizionato di starter, cagliata a fine stufatura, provenienti da dieci differenti caseifici afferenti al Consorzio Pecorino Toscano. In una seconda fase sono state messe a confronto le caratteristiche genetiche e metaboliche dei ceppi di *S. thermophilus* e *L. lactis* appartenenti alla vecchia (1998) e alla nuova collezione.

MATERIALI E METODI

Sono stati oggetto di questo studio dieci caseifici afferenti al Consorzio di Tutela del Pecorino Toscano. Da ogni caseificio sono stati prelevati campioni di latte crudo, latte in caldaia pastorizzato addizionato di starter e cagliata a fine stufatura derivanti dal medesimo processo di caseificazione. L'utilizzo di mezzi di coltura differenti (Milk Plate Count Agar, Main Rogosa Agar, M17-lattosio) e l'incubazione differenziale a 25°C e a 42°C, per 48 h in condizioni di anaerobiosi, ha permesso di recuperare la microflora lattica mesofila e termofila presente nei differenti campioni. In totale sono stati isolati 209 ceppi, in particolare 57 ceppi da latte crudo, 77 da latte crudo addizionato di starter, 75 da cagliata a fine stufatura. Gli isolati sono stati identificati mediante tecnica tRNAAla-23S rDNA- RFLP (Mancini et al., 2012), che si basa sullo studio e comparazione delle sequenze dell'IRS (Intergenic Spacer Region), in particolare di quello tra i geni16S-23S dell'rDNA. È stata quindi effettuata l'estrazione del DNA totale dalle colture microbiche dei 209 isolati. La regione ISR (tRNAAla-23S) è stata amplificata mediante PCR a partire dal DNA genomico. È stata quindi effettuata la digestione enzimatica

del frammento tRNAAla-23S con tre enzimi di restrizione (Hind III, Hinf I e TaqI) ed in seguito a corsa elettroforetica su gel di poliacrilammide sono stati ottenuti profili di restrizione caratteristici per ogni ceppo. L'elaborazione dei profili elettroforetici con software BioNumerics (versione 5.1; Applied Maths, BVBA, Sint-Martens-Latem, Belgio) e la comparazione con quelli dei ceppi type presenti in database ha reso possibile l'identificazione di ciascun isolato. Per lo studio successivo, di confronto tra nuovi e vecchi isolati appartenenti alla collezione del Consorzio, sono stati presi in esame 79 ceppi, appartenenti alle specie *S. thermophilus* e *L. lactis* subsp. *lactis*. In particolare sono stati analizzati 20 ceppi di *L. lactis* (1-20) e 20 ceppi di *S. thermophilus* (21-40) della vecchia collezione e confrontati con 20 ceppi di *L. lactis* (61-80) e 19 ceppi di *S. thermophilus* (41-60) della nuova collezione. Per valutare il polimorfismo genetico tra i ceppi è stata impiegata la tecnica Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP). Tale tecnica, basata sulla digestione dell'intero genoma con enzimi di restrizione, a cui seguono amplificazioni specifiche dei frammenti ristretti e corsa in elettroforesi capillare, genera un "fingerprinting" caratteristico per ogni genotipo. Per i 39 ceppi *S. thermophilus* è stato seguito il protocollo riportato in letteratura per questa specie (Lazzi et al., 2009), mentre per i 40 ceppi *L. lactis* è stata necessaria la messa a punto del metodo di analisi al fine di individuare le combinazioni di primers per avere un profilo elettroforetico ottimale. I profili relativi a ciascuna corsa elettroforetica sono stati elaborati con il programma GeneMapper Software 4.0 (Applied Biosystem-Pe Corporation, Foster City, California, USA), al fine di produrre elettroferogrammi caratteristici per ogni ceppo studiato. I differenti elettroferogrammi sono stati poi elaborati mediante il software Statistica 6 al fine di individuare la distanza genetica tra i diversi genotipi.

L'attività metabolica, rilevata mediante analisi impedometrica, è stata analizzata con lo strumento BacTrac 4300 (SY-LAB Purkersdorf, Austria). Il metabolismo microbico provoca modificazioni nelle proprietà elettriche di un mezzo culturale, aumentandone la conduttanza grazie al rilascio di metaboliti a conducibilità più elevata, e quindi facendo diminuire l'impedenza ovvero la resistenza che si oppone alla corrente elettrica applicata al mezzo (Gatti et al., 1993; Mucchetti et al., 1993) (fig. 1a). Sono stati misurati cambiamenti in conducibilità e impedenza a intervalli regolari di tempo durante la crescita in latte magro sterile dei ceppi appartenenti alle due specie, a temperature definite (30 °C per *L. lactis* e 40 °C per *S. thermophilus*). Sono state quindi create curve di impedenza, che esprimono la variazione percentuale dell'impedenza (M%) in funzione del tempo. Per ogni ceppo analizzato sono stati considerati i seguenti parametri: T1, tempo corrispondente all'inizio della

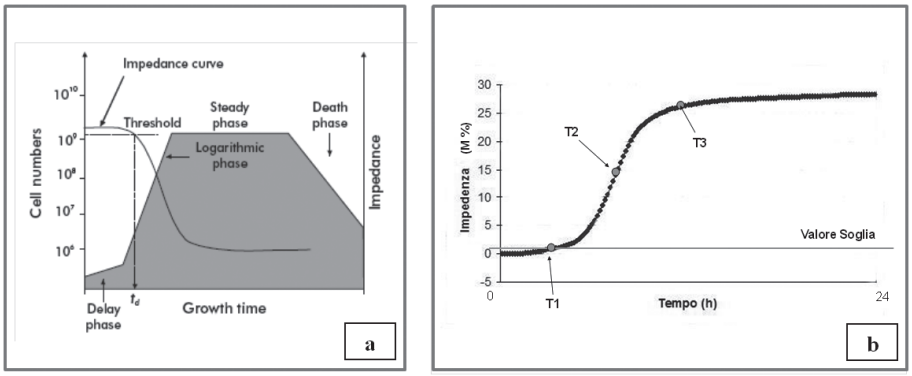


Fig. 1 *Rappresentazione di una curva di crescita batterica e di impedenza (a) e di una curva impedometrica (b)*

fase esponenziale, T2, tempo corrispondente alla massima velocità di crescita e T3, tempo corrispondente all'inizio della fase stazionaria (fig. 1b). È stato inoltre considerato l'intervallo di tempo tra la massima velocità di crescita (T2) e l'ingresso in fase stazionaria (T3), parametro che può essere messo in relazione con la resistenza del ceppo a sopravvivere in ambiente acido. I dati ottenuti sono stati elaborati dal programma freeware *Octave 3.6.4*. e mediante SPSS Statistics 20.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Ampliamento collezione autoctona

La caratterizzazione genetica degli isolati, condotta mediante tecnica tRNA-Ala-23S rDNA- RFLP, ha permesso di identificare la quasi totalità degli isolati microbici, mesofili e termofili, derivanti dai campioni di latte crudo, latte in caldaia, cagliata a fine stufatura dei dieci caseifici oggetto di studio. Il dendogramma relativo ai profili elettroforetici ottenuti (fig. 2) evidenzia come dei 209 ceppi analizzati 191 sono stati suddivisi in cinque cluster ben distinti, mentre i restanti 18 non sono risultati comparabili ad alcuna specie presente nel database e per la loro identificazione si è proceduto al sequenziamento del gene 16S rDNA. In generale, è stato evidenziato come le specie dominanti siano due: *L. lactis subsp lactis* e *S. thermophilus* (fig. 2 e fig. 3), ovvero le due principali specie acidificanti utilizzate come starter nella produzione di Pecorino Toscano. Tra gli isolati da latte crudo (fig. 3) la specie dominante, rilevata

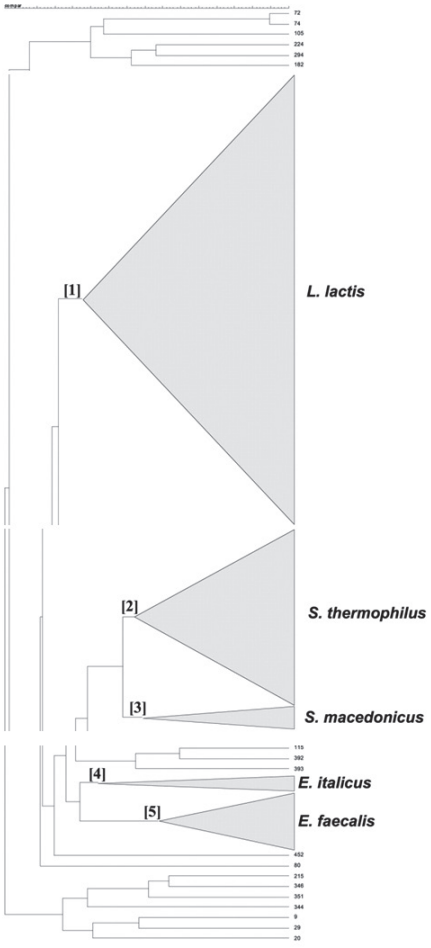


Fig. 2 *Dendrogramma relativo all'identificazione dei 209 isolati effettuata mediante tRNAAla-23S rDNA-RFLP*

in otto caseifici su dieci, è risultata essere *L. lactis* subsp. *lactis*. Sono risultati infatti ascrivibili a questa specie 31 isolati su 57. È importante sottolineare come il latte crudo sia la matrice nella quale è stata osservata la più alta variabilità tra gli isolati non associati a specie conosciute presenti nel database, infatti 15 dei 18 isolati ignoti provenivano da questa tipologia di campione. Questo dato può essere riconducibile alla presenza di microrganismi autoctoni e caratteristici sia dell'allevamento che dell'ambiente di trasformazione del formaggio Pecorino Toscano DOP (Quigley et al., 2013). Nel latte crudo sono state ritrovate specie minoritarie come *S. thermophilus*, *Streptococcus macedonicus*, *Enterococcus feacalis*, *Enterococcus italicus*, *Lactococcus raffinolactis*, *Leuconostoc mesenteroides* e *Leuconostoc citreum*. In particolare *S. thermophi-*

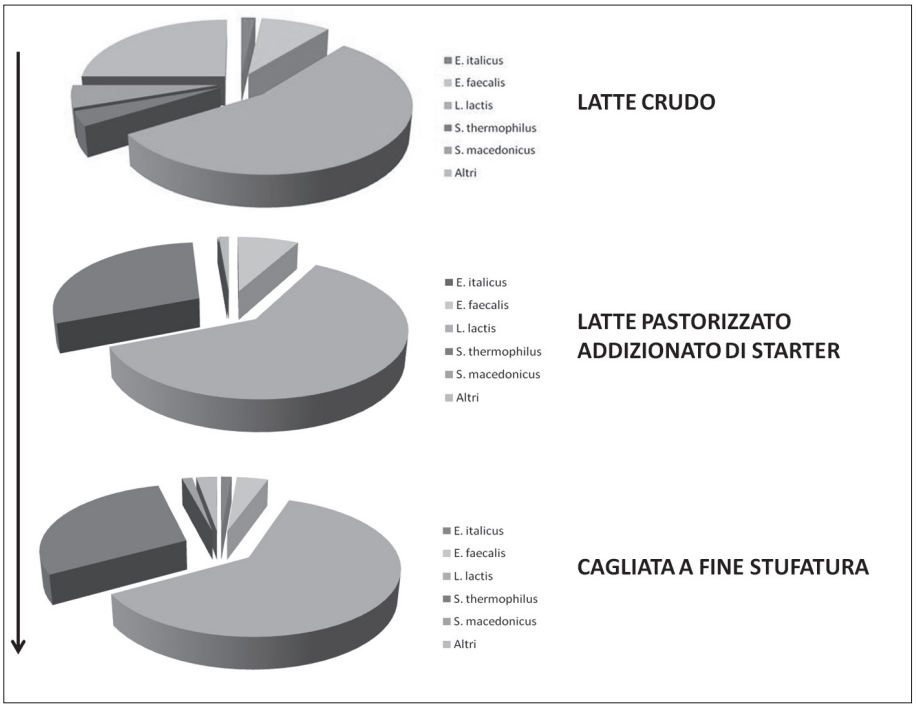


Fig. 3 *Distribuzione delle specie microbiche nei campioni di latte crudo, di latte pastorizzato addizionato di starter, di cagliata a fine stufatura*

lus è stato isolato solo dal latte di due caseifici. Il risultato conferma quanto descritto dalla letteratura che riporta che *S. thermophilus* si ritrova nel latte crudo in quantità assai minore rispetto alla specie *L. lactis* (Quigley et al 2013) e che l'origine di questa specie sia prevalentemente l'innesto (Mucchetti, Neviani, 2006).

Gli enterococchi, tra cui *E. feacalis* e *E. italicus* ritrovati in diversi campioni, costituiscono un importante gruppo di batteri ubiquitari, il cui habitat predominante è rappresentato dal tratto intestinale di uomini e animali. Per questa loro fonte endogena sono considerati indice di contaminazione fecale, anche se non è da escludere una contaminazione esterna ai locali di lavorazione e avvenuta durante le fasi di prelievo del campione o durante il trasporto (Fortina et al., 2004). Infine, il ritrovamento di specie come *Lactococcus raffinolactis*, *Leuconostoc mesenteroides* e *Leuconostoc citreum* nei campioni di latte crudo, ma la loro assenza nella cagliata a fine stufatura, indica che questi microrganismi non partecipano attivamente all'acidificazione della cagliata ma non esclude che possano essere presenti come popolazione minoritaria e

contribuire al processo di maturazione visto il loro potenziale nella produzione di aromi.

Nel latte pastorizzato addizionato di starter le due specie dominanti tra i 77 isolati sono risultate, come atteso, *L. lactis* subsp. *lactis* (47 isolati) e *S. thermophilus* (23 isolati). Entrambe le specie sono infatti aggiunte al latte in caldaia con l'innesto in miscele a prevalenza termofila (*S. thermophilus*), mesofila (*L. lactis*) o in rapporto di parità (Mucchetti e Neviani, 2006). La specie *L. lactis* è stata isolata nel latte pastorizzato di tutti i caseifici mentre *S. thermophilus* in soli 5 caseifici su 10. Questo risultato evidenza come, nonostante la pastorizzazione, la capacità di sopravvivenza e di adattamento della prima specie (dominante nel latte crudo) la rendano dominante anche nelle prime fasi di lavorazione del Pecorino Toscano. Sono stati isolati dal latte pastorizzato, anche alcuni ceppi di *E. faecalis*, la cui presenza può essere imputabile alla termoresistenza caratteristica di questa specie.

Le specie microbiche individuate nei campioni in cagliata a fine stufatura rappresentano la microflora che è stata in grado di svilupparsi, acidificando la cagliata, durante il tempo di stufatura. Come atteso, sono quindi i batteri lattici, presenti nel latte crudo che hanno resistito alla pastorizzazione e/o addizionati con l'innesto, che meglio si sono adattati alle condizioni previste dalla stufatura. Nei dieci campioni di cagliata a fine stufatura (fig. 3), come già osservato nei campioni di latte pastorizzato addizionato di starter, le due specie dominanti sono state *L. lactis* subsp. *lactis* (proveniente sia dal latte crudo che dallo starter) e *S. thermophilus* (derivante quasi esclusivamente dallo starter). Queste due specie dimostrano quindi di essere le più idonee all'acidificazione determinata dalle condizioni di stufatura della cagliata, che per il Pecorino Toscano corrispondono a 40-42°C. Da sottolineare come da una cagliata sia stata isolata, come specie minoritaria, anche *S. macedonicus*, ritrovata anche nel latte crudo. *S. macedonicus* è infatti un microrganismo proveniente dal latte crudo considerato termofilo ma con un range di crescita molto ampio (10-50°C), utilizzato nell'industria casearia per la produzione d'importanti composti aromatici e di recente interesse per la produzione di batteriocine che contrastano lo sviluppo di coliformi e stafilococchi nei formaggi (Settanni et al., 2011). *S. macedonicus*, a causa del basso potere acidificante, non è incluso nelle specie utilizzate per la produzione di starter primari, tuttavia, molti autori suggeriscono un possibile impiego di questa specie come starter secondario grazie alla presenza di elevate attività esterasiche e peptidolitiche, rispettivamente coinvolte nei processi di lipolisi e idrolisi dei peptidi, e quindi implicate nella liberazione di composti aromatici nel formaggio (Lombardi et al., 2004). Il ritrovamento quindi di queste specie nei nuovi isolamenti da

latte crudo e cagliata a fine stufatura potrebbe quindi permettere l'introduzione di questo ceppo autoctono nella preparazione dello starter a Pecorino Toscano. In alcune cagliate acidificate sono stati isolati ceppi appartenenti alle specie *E. italicus* e *E. faecalis*. La presenza e il significato tecnologico di queste specie al termine dell'acidificazione resta discutibile sebbene appaia limitata e poco frequente.

Caratterizzazione genetica e fenotipica di ceppi microbici appartenenti alla collezione

La seconda parte dello studio ha riguardato il confronto tra nuovi e vecchi isolati della collezione microbica appartenenti alle specie *S. thermophilus* e *L. lactis* subsp. *lactis*. Lo screening è stato condotto su 79 ceppi, 40 *L. lactis* e 39 *S. thermophilus*, valutando due aspetti: i) è stato valutato il polimorfismo genetico tramite la tecnica dell'Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP), ii) è stata misurata, mediante analisi impedometrica, l'attività metabolica conseguente alla differente capacità dei ceppi studiati di svilupparsi in latte modificandone i composti che condizionano la conducibilità elettrica. Dallo studio del polimorfismo genetico, mediante la tecnica AFLP, sono stati individuati, per *S. thermophilus*, complessivamente 20 genotipi differenti diversi a fronte di 39 ceppi analizzati. In particolare, dal dendrogramma (fig. 4) si osserva la formazione di due grandi cluster, identificati dai numeri 1 e 2, che raggruppano la totalità dei ceppi.

Il gruppo 1 è formato da 6 genotipi differenti che raggruppano complessivamente 19 ceppi (49%) divisi in 3 clusters (a, b, c); 18 ceppi (95%) appartengono ai vecchi isolati mentre solamente 1 ceppo (5%) è di recente isolamento. Il cluster a e il cluster b sono i più numerosi (9 ceppi per entrambi) ma presentano genotipi non troppo differenti tra loro; il cluster c è formato da un unico ceppo. Il gruppo 2 è costituito da 13 genotipi composti, complessivamente, da 20 ceppi (divisi in 3 clusters d, e, f) ma, contrariamente a quanto osservato per il gruppo 1, 18 ceppi (90%) sono di recente isolamento mentre solamente due (10%) appartengono alla vecchia collezione del Consorzio. Il cluster più numeroso è il d formato da 16 ceppi (14 di recente isolamento e 2 della vecchia collezione), raggruppati in 9 genotipi mentre i clusters e ed f sono entrambi formati da due ceppi con genotipi differenti tutti di recente isolamento. È interessante notare che tra i 20 genotipi individuati, 12, appartenenti tutti alla nuova collezione, sono costituiti da un singolo ceppo. In figura 5 è riportato il dendrogramma relativo all'elaborazione dei profili gene-

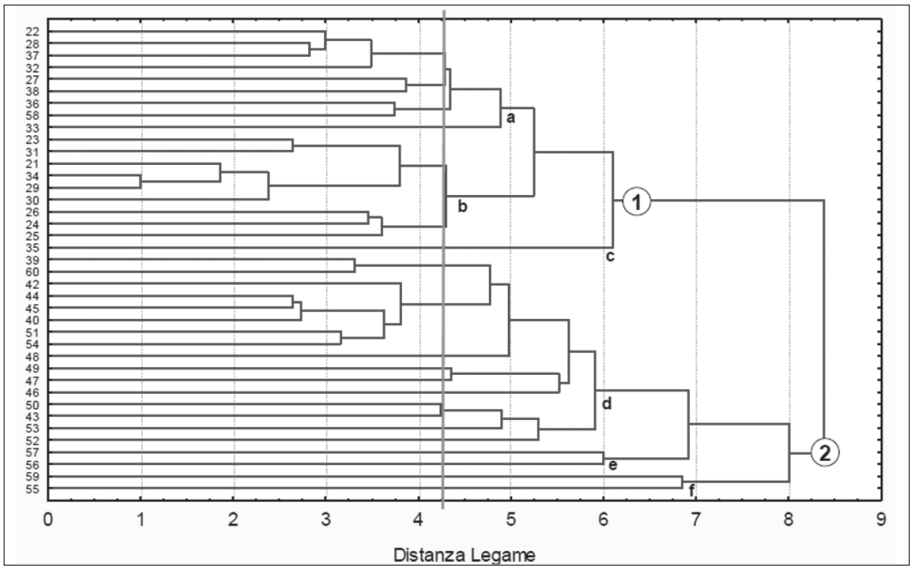


Fig. 4 *Dendrogramma ottenuto dai profili elettroforetici AFLP per l'individuazione di genotipi all'interno degli isolati di «S. thermophilus»*

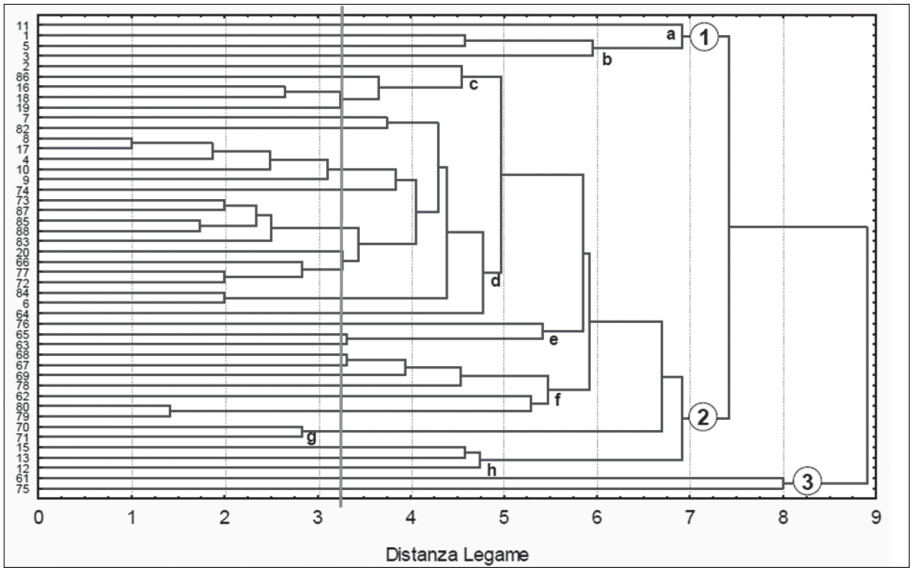


Fig. 5 *Dendrogramma ottenuto dai profili elettroforetici AFLP per l'individuazione di genotipi all'interno degli isolati di «L. lactis»*

tici dei ceppi di *L. lactis* subsp. *lactis* di vecchio e recente isolamento. Si può osservare la formazione di 3 gruppi, identificati come 1, 2 e 3. Il gruppo 1 è

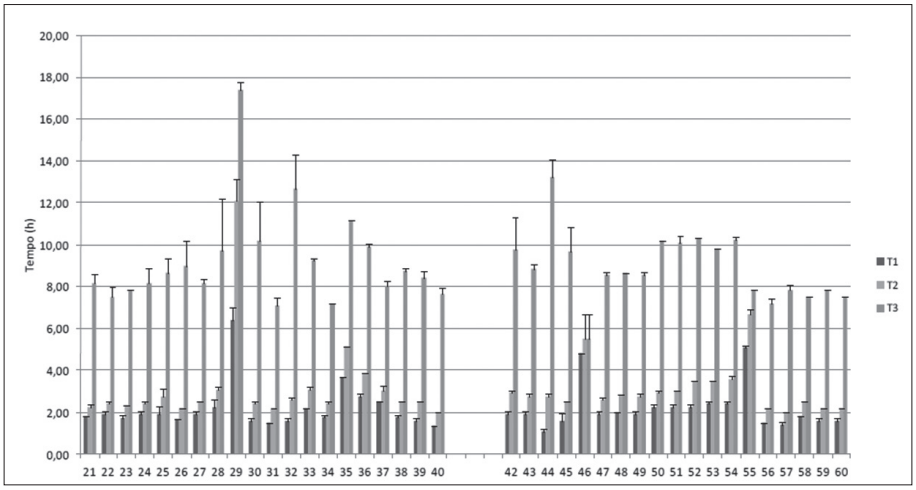


Fig. 6 *Valori medi e relative deviazioni standard di T1, T2 e T3 per «S. thermophilus»*

suddiviso a sua volta in 2 clusters: cluster a e b costituiti da 4 ceppi (8.7% del totale) tutti di vecchio isolamento, ognuno dei quali rappresenta un genotipo diverso. Il gruppo più rappresentativo è il gruppo 2 composto da 24 genotipi differenti suddivisi in 6 clusters (c, d, e, f, g, h). L'ultimo gruppo è il 3, composto da 2 ceppi recentemente isolati caratterizzati da un profilo genomico differente. Complessivamente, per quanto riguarda la specie *L. lactis* subsp. *lactis*, rispetto alla specie *S. thermophilus*, è stata quindi osservata una minore distinzione tra ceppi di recente e vecchio isolamento.

Per quanto riguarda la valutazione dell'attività metabolica in latte effettuata mediante tecnica impedometrica, il confronto dei parametri misurati (T1, T2, T3, T2-T3) tra i diversi ceppi ha evidenziato che la specie *L. lactis* subsp. *lactis* è caratterizzata da performance tecnologiche di acidificazione peggiori rispetto a quelle della specie *S. thermophilus*. Infatti i ceppi di *L. lactis* subsp. *lactis* non solo mostrano tempi di crescita significativamente maggiori ($p<0,01$) rispetto a quelli impiegati da *S. thermophilus*, ma entrano anche più velocemente in fase stazionaria, quindi avranno la tendenza a lisarsi precocemente (fig. 5). Tale risultato conferma come la specie *S. thermophilus* abbia un ruolo prioritario nell'acidificazione del mezzo e riprova quanto riportato in letteratura (Mora et al., 2002). Nonostante la variabilità osservata, comparando per ciascuna specie, i ceppi di vecchio e recente isolamento, sono emerse tendenze diverse per la specie *S. thermophilus* e *L. lactis*. In particolare, i ceppi di *L. lactis* della vecchia collezione raggiungono in più breve tempo la massima velocità di crescita e presentano valori di T3 significativamen-

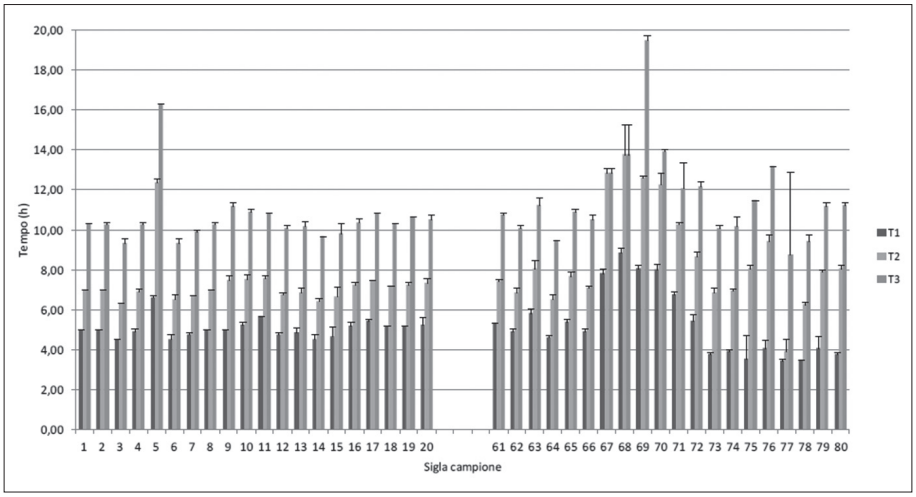


Fig. 7 *Valori medi e relative deviazioni standard di T1, T2 e T3 per «L. lactis»*

te inferiori rispetto a quelli della nuova collezione ($p<0.05$). È interessante notare la presenza in entrambe le specie di ceppi con ottime performance di crescita in latte: ad esempio i ceppi di *S. thermophilus* 44, 30 e 32 entrano in fase esponenziale (T1) mediamente in 1,42 h, arrivano alla massima velocità di crescita (T2) dopo 2,59 h e raggiungono la fase stazionaria (T3) in un intervallo di tempo molto ampio (mediamente in 9,45 h); i ceppi di *L. lactis* 77 e 78 entrano in fase esponenziale (T1) mediamente in 3,46 h, arrivano alla massima velocità di crescita (T2) dopo 5,00 h e raggiungono la fase stazionaria (T3) mediamente in 4,00 h. Tali caratteristiche rendono questi ceppi molto interessanti al fine di essere selezionati come starter da utilizzare nella preparazione del Pecorino Toscano DOP.

CONCLUSIONI

I microrganismi caratteristici di un ecosistema ambientale-produttivo si possono trasferire nel latte e, a tutti gli effetti, possono rappresentare un anello di congiunzione tra prodotto e territorio di produzione. In tal senso, la salvaguardia e la valorizzazione di questo patrimonio biologico è da ritenere di notevole importanza al fine di preservare e valorizzare gli elementi qualitativi e tipici del formaggio Pecorino Toscano DOP. A tale fine da più di 20 anni è in corso un progetto di studio e raccolta della microflora lattica "autoctona" del Pecorino Toscano.

I microrganismi dello starter e quelli del latte crudo, residuali al trattamento termico, rappresentano il microbiota del formaggio Pecorino Toscano. Tale microflora, si evolve durante il processo produttivo, e in particolare solo alcuni dei biotipi presenti nell'ambiente di produzione sono in grado di adattarsi alla selezione tecnologica indotta dai parametri di processo e divenire dominanti nel formaggio. Questa popolazione si può evolvere nel corso degli anni poiché le innovazioni tecnologiche introdotte nei caseifici portano a una modificazione dei processi di selezione microbica. In collaborazione con il Consorzio di tutela Pecorino Toscano e la Provincia di Grosseto, è stato condotto un ampio studio per caratterizzare la collezione microbica utilizzata per la preparazione dello starter e per valutare se e come questa microflora autoctona fosse cambiata nel corso degli anni. Attraverso un approccio polifasico sono stati valutati caratteri metabolici e genetici di numerosi biotipi batterici caratteristici. Due specie sono risultate dominanti: *Streptococcus thermophilus* e *Lactococcus lactis*. Mediante tecnica AFLP è stato possibile differenziare i ceppi della vecchia e della nuova collezione, confermando che la microflora continua a evolversi nel tempo. L'elevata variabilità genetica osservata può essere sfruttata come potenzialità nella preparazione di starter, utilizzando, in rotazione, genotipi differenti con simili performance tecnologiche, al fine di ridurre il rischio di infezione fagica. L'analisi impedometrica, per valutare l'attività metabolica dei ceppi, è risultata un metodo efficace, ripetibile, poco costoso e adatto a testare numeri elevati di ceppi e può essere impiegato anche per l'analisi di miscele costituite da più ceppi.

Questo studio ha quindi permesso di ampliare le conoscenze sui ceppi che vengono utilizzati come starter per la produzione del Pecorino Toscano DOP. Vista l'importanza che gli starter rivestono nella trasformazione casearia, in particolare nel regolare, a seguito dell'acidificazione, i processi di coagulazione del latte, di spurgo della cagliata e di maturazione della pasta, conoscere la biodiversità presente tra i ceppi, in termini diversità genotipica e di attitudine tecnologica, è un primo passo per selezionare i ceppi più idonei al fine di creare starter sempre più performanti che siano in grado di migliorare le caratteristiche finali del Pecorino Toscano DOP.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano Il Consorzio per la tutela del Pecorino Toscano DOP e la Provincia di Grosseto per aver supportato la ricerca in oggetto.

RIASSUNTO

Il Pecorino Toscano DOP, uno dei formaggi tipici della tradizione casearia italiana, è prodotto con latte di pecora pastorizzato e prevede, secondo quanto riportato nel Disciplinare di Produzione, l'utilizzo di un innesto autoctono. A tal fine, a partire dagli anni '90, è stata allestita una collezione microbica, costituita da ceppi isolati durante le diverse fasi dal processo di produzione, prevalentemente appartenenti alle specie *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *S. thermophilus*. Questo progetto si è posto lo scopo di ampliare la collezione microbica del Pecorino Toscano e di confrontare le caratteristiche genetiche e metaboliche dei ceppi di *S. thermophilus* e *L. lactis* appartenenti alla vecchia (1998) e alla nuova collezione.

ABSTRACT

Pecorino Toscano cheese is a PDO Italian cheese manufactured with pasteurized ewe milk added with an authochtonous starter cultures. To this end, a microbial collection, mainly composed by strains belonging to the species *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* and *S. thermophilus*, was set up since the 90's. The aim of this project was to extend the microbial collection of Pecorino Toscano and to compare, following a genotypic and phenotypic characterization, the genetic biodiversity and the metabolic attitudes of new and old strains of *S. thermophilus* and *L. lactis* subsp. *lactis*.

BIBLIOGRAFIA

Fortina M.G., Ricci G., Mora D., Manachini P.L. (2004): *Molecular analysis of artisanal Italian cheeses reveals* Enterococcus italicus *sp. nov.*, «International Journal of Evolutionary Microbiology», 54, pp. 1717-1721.

Gatti M., Neviani E. (1993): *Studio dei sieroinnesti naturali per Grana mediante la tecnica conduttimetria*, «L'industria del latte», 29, pp. 3-23.

Lazzi C., Bove C. G., Sgarbi E., Gatti M., La Gioia F., Torriani S., Neviani E. (2009): *Application of AFLP fingerprint analysis for studying the biodiversity of* Streptococcus thermophilus, «Journal of Microbiological Methods», 79 pp. 48-54.

Lombardi A., Gatti M., Rizzotti L., Torriani S., Andrighetto C., Giraffa G. (2004): *Characterization of* Streptococcus macedonicus *strains isolated from artisanal Italian raw milk cheeses*, «International Dairy Journal», 14 pp. 967-976.

Mancini A., Lazzi C., Bernini V., Neviani E., Gatti M. (2012): *Identification of dairy lactic acid bacteria by tRNAAla-23S rDNA-RFLP*, «Journal of Microbiological Methods», 91, pp. 380-390.

Mora D., Fortina M. G., Parini C., Ricci G., Gatti M., Giraffa G., Manachini P. L. (2002): *Genetic diversity and technological properties of* Streptococcus thermophilus *strains isolated from dairy products*, «Journal of Applied Microbiology», 93, pp. 278-287.

Mucchetti G., Gatti M., Neviani E. (1993): *Electrical conductivity changes in milk caused by acidification: determining factors*, «Journal of Dairy Science», 77, pp. 940-944.

Mucchetti G., Neviani E. (2006): *Microbiologia e tecnologia lattiero-casearia. Qualità e sicurezza*, Tecniche Nuove Editore, Milano.

Neviani, E., Bizzarro, R., Righini, A., Mucchetti, G. (1998): *Pecorino toscano DOP: tecniche di produzione e caratteristiche microbiologiche*, «Industria del Latte», 34 pp. 3-35.

Quigley L., O'Sullivan O., Stanton C., Beresford T.P., Ross R.P, Fitzgerald G.F., Cotter P.D. (2013): *The complex microbiota of raw milk*, «FEMS Microbiology Reviews», 37, pp. 664-698.

Settanni L., Moschetti G. (2010): *Non-starter lactic acid bacteria used to improve cheese quality and provide health benefits*, «Food Microbiology», 27, pp. 691-697.

Alessandro La Mantia*, Anna Deluca*

Caratterizzazione mediante analisi degli isotopi stabili ^{13}C e ^{15}N del formaggio Pecorino Toscano DOP

In un mercato globalizzato, le produzioni agroalimentari tipiche rappresentano un elemento dalle valenze economiche e sociali fondamentali per contrastare la pressione esercitata sugli agricoltori dell'Unione Europea, da produttori che spesso si avvalgono di una produzione a basso costo e di bassa qualità proveniente dai paesi in via di sviluppo.

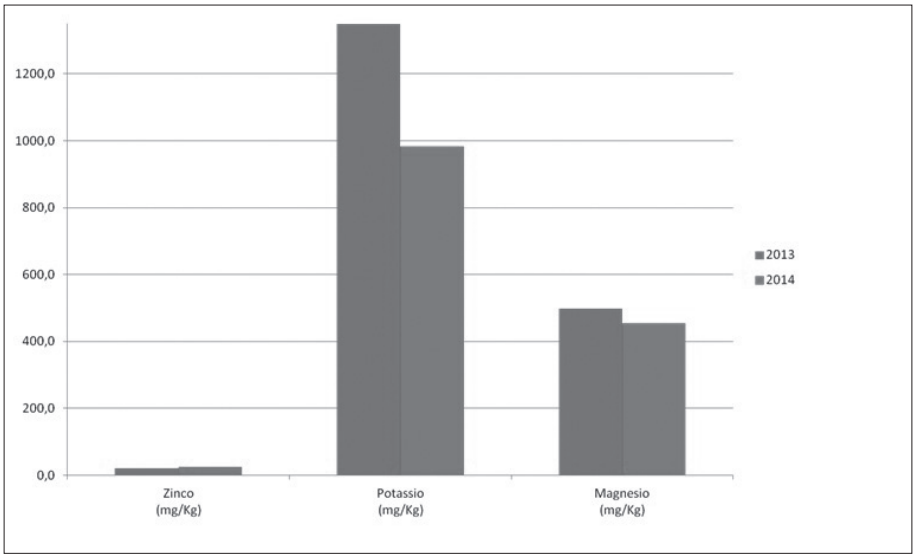
Per questi e altri motivi la Comunità Europea ha emanato il regolamento UE 1151/2012 che norma le produzioni a marchio di qualità DOP e IGP per tutelare in ambito europeo le produzioni tipiche legate all'origine geografica, al territorio e alla specificità del processo produttivo.

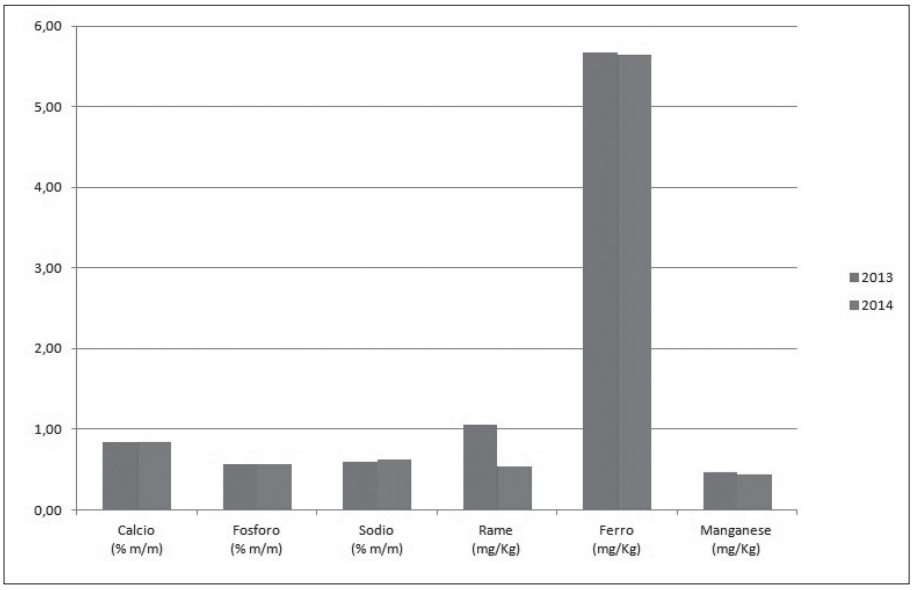
L'Ispettorato centrale della tutela della qualità e repressioni frodi dei prodotti agroalimentari (ICQRF) è l'organo tecnico del Ministero delle Politiche agricole alimentari e forestali e ha competenza in materia di:

- prevenzione e repressione delle infrazioni nella preparazione e nel commercio dei prodotti agroalimentari e dei mezzi tecnici di produzione per il settore primario;
- vigilanza sulle produzioni di qualità registrata che discendono da normativa comunitaria e nazionale;
- programmi di controllo per contrastare l'irregolare commercializzazione dei prodotti agroalimentari introdotti da Stati membri o Paesi terzi e i fenomeni fraudolenti che generano situazioni di concorrenza sleale tra gli operatori a supporto degli interventi a sostegno delle produzioni colpite da crisi di mercato.

  Presso la Direzione Generale della prevenzione e del contrasto delle frodi

* *Ispettorato centrale della tutela della qualità e repressioni frodi dei prodotti agroalimentari (ICQRF), Roma*

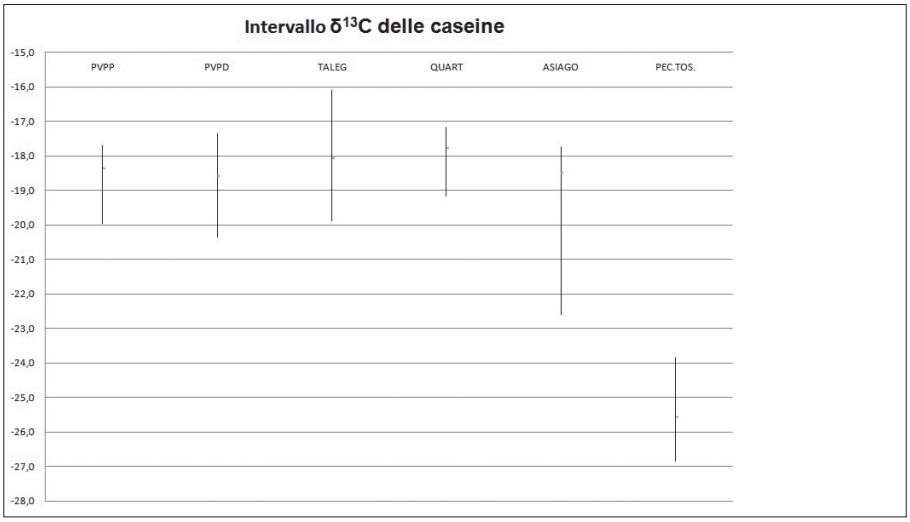




Graf. 1 e 2

agroalimentari dell'ICQRF opera il Laboratorio Centrale di Roma che oltre al compito istituzionale di svolgere le analisi di revisione, svolge attività di studio e ricerca per la messa a punto di nuovi metodi analitici.

Lo studio effettuato dal Laboratorio Centrale di Roma con la collaborazio-



Graf. 3

ne del Consorzio del Pecorino Toscano DOP è finalizzato all'individuazione di un marker caratteristico che possa legare il prodotto Pecorino Toscano DOP al territorio di origine e alle caratteristiche di Produzione.

Sono stati analizzati 105 campioni prelevati dagli ispettori del Consorzio, in un arco temporale di 4 anni, suddivisi per province di produzione e stagionatura.

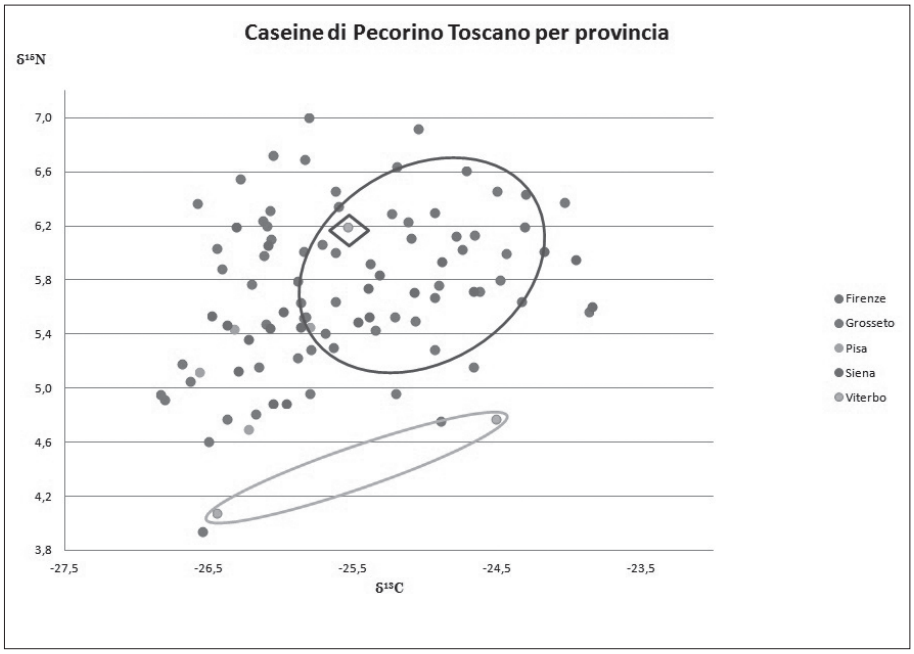
I campioni sono stati analizzati mediante spettrometria ICP-OES per la determinazione degli oligoelementi (graff. 1 e 2).

L'analisi statistica dei risultati non ha evidenziato alcuna tendenza che possa essere caratteristica del territorio di produzione o del periodo di produzione.

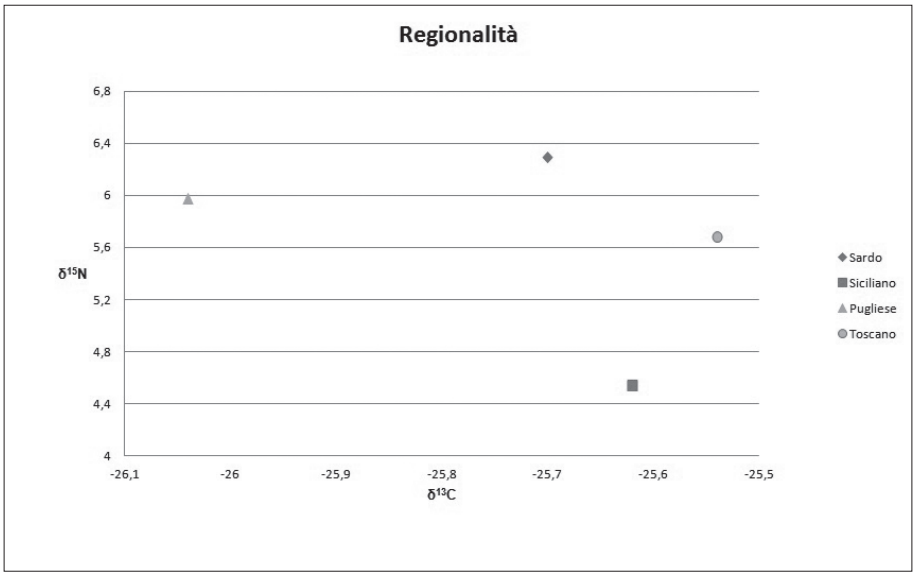
Successivamente si è proceduto all'analisi degli isotopi stabili ^{13}C e ^{15}N mediante EA-IRMS della frazione caseinica del formaggio estratta secondo il Regolamento (CE) n. 273/2008- All. IX.

Come evidenziato dal grafico 3, il valore di intervallo di $\delta^{13}C$ delle caseine del Pecorino Toscano DOP risulta differente e non sovrapponibile con gli intervalli di valori riscontrati nei formaggi DOP prodotti nel Nord Italia.

Si è quindi proceduto a mettere in correlazione il valore di $\delta^{13}C$ con il valore di $\delta^{15}N$. In questo modo è stato possibile evidenziare ulteriori sottoinsiemi che è ipotizzabile mettere in relazione con le provincie di produzione, dovute alle diverse condizioni climatiche e caratteristiche orografiche del territorio (graf. 4).


Caseine di Pecorino Toscano per provincia
δ¹⁵N
7,0
6,6
6,2
5,8
5,4
5,0
4,6
4,2
3,8
-27,5
-26,5
-25,5
-24,5
-23,5
δ¹³C
Firenze
Grosseto
Pisa
Siena
Viterbo

Graf. 4


Regionalità
6,8
6,4
6
5,6
δ¹⁵N
5,2
4,8
4,4
4
-26,1
-26
-25,9
-25,8
-25,7
-25,6
-25,5
δ¹³C
Sardo
Siciliano
Pugliese
Toscano

Graf. 5

Una ulteriore conferma che i valori di isotopi stabili sono dei validi markers territoriali è stata ottenuta confrontando l'intervallo dei valori di δ del Pecorino Toscano DOP con quello degli altri pecorini prodotti in Italia (Gavina et al., 2001) (graf. 5).

Anche in questo caso il Pecorino Toscano DOP presenta dei valori di $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ non sovrapponibile con gli altri prodotti a marchio DOP.

Non è stato possibile procedere a una analisi statistica più approfondita, come un'analisi multivariata, in quanto i campioni non erano omogeneamente distribuiti nelle varie provincie di produzione, di conseguenza non si è avuto a disposizione un set di dati omogenei.

In conclusione l'analisi degli isotopi stabili si è rivelata un valido strumento per la tipicizzazione del prodotto Pecorino Toscano DOP al fine di garantire la tracciabilità geografica lungo la filiera produttiva.

L'impiego di "Banche dati isotopiche", implementate anche dai valori degli oligoelementi possono garantire l'inscindibile legame con il territorio per la valorizzazione economica e organolettica del prodotto. La Comunità Europea già utilizza queste tecniche per certificare la qualità dei prodotti agroalimentari.

L'obiettivo ultimo di tale lavoro è quello di difendere e tutelare i prodotti di qualità made in Italy per offrire al consumatore, oltre alla sicurezza, anche la soddisfazione di attese culturali proprie di quel territorio.

RIASSUNTO

In un mercato globalizzato, le produzioni agroalimentari tipiche rappresentano un elemento dalle valenze economiche e sociali fondamentali per contrastare la pressione esercitata sugli agricoltori dell'Unione Europea, da produttori che spesso si avvalgono di una produzione a basso costo e di bassa qualità proveniente dai paesi in via di sviluppo.

Per questi e altri motivi la Comunità Europea ha emanato il regolamento UE 1151/2012 che norma le produzioni a marchio di qualità DOP e IGP per tutelare in ambito europeo le produzioni tipiche legate all'origine geografica, al territorio e alla specificità del processo produttivo.

Lo studio effettuato dall'ICQRF - Laboratorio Centrale di Roma con la collaborazione del Consorzio del Pecorino Toscano DOP è finalizzato all'individuazione di un marker caratteristico che possa legare il prodotto Pecorino Toscano DOP al territorio di origine e alle caratteristiche di Produzione.

Sono stati analizzati 105 campioni prelevati dagli ispettori del Consorzio, in un arco temporale di 4 anni, suddivisi per province di produzione e stagionatura.

I campioni sono stati analizzati mediante spettrometria ICP-OES per la determinazione degli oligoelementi e l'analisi statistica dei risultati non ha evidenziato alcuna tendenza che possa essere caratteristica del territorio di produzione o del periodo di produzione.

Successivamente si è proceduto all'analisi degli isotopi stabili ^{13}C e ^{15}N mediante EA-IRMS della frazione caseinica del formaggio estratta secondo il Regolamento (CE) n. 273/2008- All. IX.

Il valore di intervallo di $\delta^{13}C$ delle caseine del Pecorino Toscano DOP risulta differente, e non sovrapponibile, con i valori riscontrati nei formaggi DOP prodotti nel Nord Italia.

Mettendo poi in relazione il valore di $\delta^{13}C$ con il valore di $\delta^{15}N$ è possibile evidenziare ulteriori sottoinsiemi in relazione alle provincie di produzione.

Una ulteriore conferma che i valori di isotopi stabili sono dei validi markers territoriali è stata ottenuta confrontando l'intervallo del Pecorino Toscano DOP con quello degli altri pecorini a DOP prodotti in Italia. Anche in questo caso il Pecorino Toscano DOP presenta dei valori di $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ non sovrapponibile con gli altri prodotti a marchio DOP.

Non è stato possibile procedere a una analisi statistica più approfondita, come un'analisi multivariata, in quanto i campioni non erano omogeneamente distribuiti nelle varie provincie di produzione.

In conclusione l'analisi degli isotopi stabili si è rivelata un valido strumento per la tipicizzazione dei prodotti agroalimentari per la tutela del patrimonio enogastronomico made in Italy.

ABSTRACT

Characterization by analysis of stable isotopes ^{13}C and ^{15}N cheese Pecorino Toscano Dop. In a globalized market, the typical agro-food products are an essential element of the basic economic and social values to counter the pressure on EU farmers, producers often use a low-cost production and low quality from the countries in developing. For these and other reasons, the European Union adopted Regulation EU 1151/2012, which regulates the production quality certified DOP and IGP to protect traditional products in Europe related to the geographical origin, the region and the specificities of the production process.

The study dall'ICQRF - Central Laboratory of Rome in collaboration with the Consortium of Pecorino Toscano PDO is designed to detect a marker characteristic that can tie the product Pecorino Toscano PDO as the source and characteristics of production. They analyzed 105 samples taken by the inspectors of the Consortium, in a span of four years, broken down by province of production and maturation.

The samples were analyzed by ICP-OES spectrometry for the determination of the trace elements and the statistical analysis of the results did not show any trend that may be characteristic of the production area or the period of production.

Afterwards it proceeded to the analysis of stable isotopes ^{13}C and ^{15}N by EA-IRMS the casein fraction of the cheese extracted according to Regulation (EC) No. 273 / 2008- All. IX.

The interval value $\delta^{13}C$ casein Pecorino Toscano DOP is different, and not comparable with the values found in the DOP cheeses produced in Northern Italy. Then putting in relation with the value of $\delta^{13}C$ value $\delta^{15}N$ you can highlight more subsets of production in relation to the provinces. Further confirmation that the values of stable isotopes are valid territorial markers was obtained by comparing the amount of Pecorino Toscano

PDO with that of the other sheep in PDO products in Italy. Again the DOP Pecorino Toscano presents the values of $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ not comparable to other products DOP.

It was not possible to carry out a more in-depth statistical analysis, such as multivariate analysis, because the samples were not evenly distributed in the various provinces of production.

In conclusion, the analysis of stable isotopes proved to be a valuable tool for the typification of food products for the protection of the food and wine heritage made in Italy.

BIBLIOGRAFIA

MANCA G., CAMIN F. (2001): *Characterization of the Geographical Origin of Pecorino Sardo Cheese by Casein Stable Isotope ($^{13}C/^{12}C$ and $^{15}N/^{14}N$) Ratios and Free Amino Acid Ratios*, «J. Agric. Food Chem», 49, pp. 1404-1409.

Giovanni Belletti*, Alessandro Brazzini**, Andrea Marescotti*

Pecorino Toscano e mercato: ruolo e prospettive della denominazione di origine protetta***

1. introduzione

La funzione che i nomi geografici svolgono nel processo di valorizzazione dei prodotti agro-alimentari tipici è determinante, in quanto essi condensano un insieme di informazioni relative all'origine del prodotto e all'insieme di attributi (materiali e immateriali, intrinseci ed estrinseci) che sono a essa riconducibili. Il nome geografico emerge spesso come principale, o addirittura unico, elemento di identificazione del prodotto tipico, anche per la difficoltà che le imprese che spesso costituiscono l'ossatura dei sistemi produttivi dei prodotti tipici mostrano nell'affermare la propria marca individuale a causa della loro limitata dimensione.

Quando il nome geografico «identifica un bene come avente origine in un territorio di un Paese membro, o di una regione o località all'interno di quel territorio, e laddove una determinata qualità, reputazione o altra caratteristica del bene è essenzialmente attribuibile alla sua origine geografica» (*Accordo Trips, Art. 22.1*)[1], allora è possibile parlare di "indicazione geografica" (IG).

L'IG è dunque un segno distintivo che evidenzia un'associazione tra il prodotto e un territorio determinato, la quale si basa su un legame funzionale tra origine geografica e una o più caratteristiche intrinseche (qualità) o estrinseche

* *Dipartimento di Scienze per l'economia e l'impresa, Università di Firenze*
** *Università della Tuscia, Viterbo (Italy)*
*** *Questo articolo presenta alcuni risultati della ricerca "Valutazione degli effetti della protezione degli effetti delle Indicazioni Geografiche", responsabili G. Belletti e A. Marescotti, finanziata dalla Regione Toscana. Gli Autori desiderano ringraziare tutte le imprese intervistate e il Consorzio del Pecorino Toscano DOP per le informazioni fornite.*

[1] Il testo originale dell'art. 22.1 dell'Accordo Trips recita: «identify a good as originating in the territory of a Member, or a region or locality in that territory, where a given quality, reputation or other characteristic of the good is essentially attributable to its geographical origin».

(reputazione). Alle IG possono essere accordate specifiche forme di tutela basate sul riconoscimento di un diritto di esclusiva nell'impiego del nome a vantaggio di una collettività di produttori operanti nel territorio di origine del prodotto stesso, come accade appunto nell'Unione Europea con la Denominazione di origine protetta (DOP) e l'Indicazione geografica protetta (IGP) istituite nel 1992 con il con Reg. (CEE) 2081/92.

La globalizzazione dei mercati e la crescente competizione internazionale ha reso la protezione delle IG uno strumento sempre più importante per la differenziazione dei prodotti tramite la segnalazione di attributi specifici, offrendo alle imprese agroalimentari l'opportunità di sottrarsi alla pura concorrenza di prezzo. La protezione delle IG può offrire opportunità di sostegno ai sistemi agroalimentari locali e ai processi di sviluppo rurale sostenibile (Belletti e Marescotti, 2011a; Frayssignes, 2005). Infatti, all'ottenimento della protezione sono riconducibili una molteplicità di effetti attesi, prima di tutto la riduzione della concorrenza sleale derivante da contraffazioni o usi impropri dell'IG, e l'opportunità per le imprese di differenziare le proprie produzioni sul mercato e dunque ottenere auspicabilmente prezzi più elevati, maggiori volumi di vendita e / o l'accesso a nuovi canali commerciali. Inoltre, la protezione delle IG è spesso associata alla produzione di beni pubblici, come la conservazione della biodiversità, la tutela del patrimonio culturale, lo sviluppo socio-culturale e rurale di riduzione della povertà (Vandecandealere et al., 2010; Belletti, Marescotti e Touzard, 2015).

La manifestazione di tali effetti dipende ovviamente dal livello di partecipazione delle imprese alla indicazione geografica protetta (DOP o IGP) e dalla intensità dell'utilizzo della medesima. Il presente lavoro pertanto analizza le motivazioni e il livello di impiego da parte delle imprese della DOP del Pecorino Toscano, una delle storiche e principali indicazioni geografiche italiane. Il paragrafo seguente presenta un inquadramento generale degli effetti della protezione delle IG, mentre il paragrafo 3 analizza la situazione del Pecorino Toscano e il paragrafo 4 discute e interpreta i risultati raggiunti alla luce delle scelte di Disciplinare. Il paragrafo conclusivo propone alcune linee di indirizzo per il rafforzamento della DOP del Pecorino Toscano.

2. LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELLA PROTEZIONE DELLE INDICAZIONI GEOGRAFICHE

Nonostante che venga da più parti richiamata una pluralità di effetti positivi che la protezione delle IG può innescare, il numero di IG protette e soprat-

tutto il livello di utilizzazione da parte delle imprese delle IG protette è spesso inferiore alle attese o alle potenzialità. Un utilizzo dell'IG protetta (DOP o IGP) sotto il livello potenziale rappresenta uno dei primi segnali di allarme circa l'efficacia della protezione stessa nel riuscire a generare valore per i sistemi di impresa, e rende opportuna un'attenta analisi per individuare eventuali correttivi o prevedere apposite soluzioni di policy.

La valutazione degli effetti della protezione delle IG è un aspetto di grande importanza, sia dal punto di vista delle imprese che per gli altri attori del sistema, e tra questi in primo luogo le amministrazioni pubbliche regionali e locali. Ciò è particolarmente vero se, oltre agli effetti di tipo economico relativi alle singole imprese e ai sistemi locali di produzione nel loro complesso, si considerano anche i numerosi effetti di tipo ambientale e sociale che sono connessi alla molteplicità di legami che il prodotto tipico ha con tutti gli aspetti del proprio territorio.

Gli effetti di una DOP-IGP dipendono fortemente dalle caratteristiche e dal funzionamento del quadro giuridico e istituzionale che regola non solo le procedure di riconoscimento, ma anche l'efficacia delle procedure di protezione e sanzione successive alla registrazione, che per i prodotti oggetto di esportazione comprendono anche i Paesi di destinazione.

Tuttavia la reputazione dell'IG associata al prodotto e, quindi, la sua riconoscibilità da parte di clienti e consumatori finali, rappresentano i fattori che più di tutti influenzano il livello di impiego della DOP o IGP, dato che la reputazione del prodotto può essere costruita solo nel tempo attraverso importanti azioni di comunicazione e necessita, comunque, della presenza di un prodotto effettivamente di qualità e con caratteristiche tali da distinguerlo chiaramente da altri analoghi.

Un altro elemento chiave per la determinazione degli effetti della DOP o IGP è rappresentato dai contenuti del Disciplinare di produzione, nel quale sono definite le regole circa le caratteristiche peculiari che il prodotto protetto deve presentare al consumo, gli aspetti chiave del suo processo di produzione e l'area geografica in cui le varie fasi del processo possono aver luogo. Il Disciplinare è il risultato di un complesso processo di negoziazione che coinvolge numerosi portatori di interesse nel prodotto tipico, sia imprese operanti ai vari stadi della filiera che altri soggetti istituzionali e collettivi. Il Disciplinare definisce dunque l'identità di base del prodotto DOP-IGP agli occhi del consumatore, e d'altra parte opera come uno standard per le imprese le quali devono conformarsi a esso per poter utilizzare l'IG protetta.

Dalle caratteristiche del Disciplinare dipende per un'ampia parte il tipo e il livello di uso che le imprese faranno della DOP-IGP stessa in relazione alle

loro caratteristiche dimensionali, tecnologiche, organizzative e alle loro scelte di marketing. Pertanto, oltre al livello di reputazione raggiunto dalla denominazione di origine, anche il grado di coerenza tra le caratteristiche delle imprese (dimensione, tipologia di canale commerciale, livello di imprenditorialità, ecc.) e il contenuto del Disciplinare di Produzione sono requisiti che incidono in modo determinante sul livello di utilizzo da parte delle aziende (Carbone, 2003b; Arfini et al., 2010).

Al fine della valutazione dei benefici e delle criticità è necessario considerare che con la registrazione della DOP-IGP si viene a creare una differenziazione nell'ambito delle imprese che producono il prodotto tipico: da una parte vi è un sottoinsieme più o meno ampio di imprese che, uniformandosi alle norme del Disciplinare e assoggettandosi al sistema dei controlli previsto dalla normativa, utilizzano la DOP-IGP; dall'altra un sottoinsieme di imprese che non utilizzano la DOP-IGP e, pur producendo talvolta un prodotto del tutto simile a quello oggetto di protezione, perdono il diritto a utilizzare l'IG che avevano invece impiegato fino a quel momento. Gli effetti della DOP-IGP riguardano dunque non solo il sottoinsieme delle imprese utilizzatrici, ma anche quello delle imprese non (più) utilizzatrici: si generano così effetti di esclusione, derivanti dal fatto che non tutte le imprese del sistema del prodotto tipico sono di norma in grado di conformarsi al Disciplinare, e anche quelle che sono in grado di farlo scelgono di utilizzare la DOP-IGP in funzione delle aspettative circa gli effetti di questa decisione.

Peraltro il confine tra questi due sottoinsiemi di imprese è spesso labile (la stessa impresa può avvalersi dell'IG protetta solo per una parte soltanto della sua produzione) e mobile nel tempo (l'impresa può entrare e uscire dal sistema di protezione a seconda della convenienza relativa e delle proprie strategie produttive e commerciali).

In sostanza, per la valutazione degli effetti della protezione devono essere attentamente considerati numerosi aspetti specifici dei sistemi produttivi DOP-IGP (Belletti e Marescotti, 2011b), tra cui la complessità di questi sistemi, strettamente legati a numerose tipologie di risorse locali e, di conseguenza, caratterizzati da un legame multidimensionale e molto stretto (*ceteris paribus*, più stretto che altre tipologie di prodotti) con il territorio da cui provengono. Inoltre attorno a questi prodotti si condensano gli interessi di numerosi portatori di interesse, sia imprese che non imprese, ciascuno dei quali caratterizzato da una propria visione del prodotto tipico e che spesso assegnano funzioni diverse alla protezione dell'IG, tenendo anche conto che la registrazione della DOP-IGP può avere impatti su numerosi aspetti sia del sistema produttivo del prodotto tipico che sulle singole imprese, interessando

non solo gli aspetti di mercato, ma anche il funzionamento interno di imprese e sistema.

Allo scopo di orientare l'analisi degli effetti potenziali è possibile individuare, sulla base della letteratura e di precedenti esperienze di ricerca, sei aree principali di impatto in cui suddividere le varie tipologie di possibili effetti (Belletti, Marescotti, 2011b):

– Livello di utilizzo della IG protetta[2] da parte delle imprese: non tutte le imprese registrate utilizzano effettivamente la DOP-IGP nelle proprie pratiche commerciali, e comunque non su tutti i prodotti venduti; ciò dipende dai costi e benefici relativi. Il rapporto tra prodotti venduti con il marchio DOP-IGP e il potenziale di produzione deve essere calcolato tenendo conto delle superfici (o capi di bestiame) iscritti nel sistema DOP-IGP.
– Effetti sulla struttura del sistema DOP-IGP: la registrazione, in funzione del tipo di regole inserite nel Disciplinare, può portare all'esclusione di alcune imprese dall'utilizzo dell'IG e può, inoltre, modificare l'organizzazione del sistema del prodotto tipico, il grado di coordinamento orizzontale e verticale tra le imprese della filiera, i livello di investimento e le dinamiche di innovazione.
– Effetti sulla performance economica: l'effetto su cui si concentra spesso la gran parte delle aspettative delle imprese è di norma l'aumento dei prezzi del prodotto protetto. Tuttavia l'aumento del prezzo non porta automaticamente a un aumento del reddito dei produttori, né su scala individuale né su scala aggregata di sistema di produzione[3]. Inoltre, l'utilizzo della IG protetta può aprire l'accesso a nuovi mercati o nuovi tipi di canali commerciali, consentendo una diversificazione della attività e una riduzione dei rischi, oltre all'opportunità di un miglioramento nella stabilità delle vendite, grazie alla stipula di accordi commerciali e all'aumento della reputazione delle imprese. Infine, altro aspetto chiave è quello della distribuzione orizzontale e verticale[4] dei benefici e dei costi derivanti dall'utilizzo dell'IG protetta.

[2] Un esempio di livello di utilizzo è rappresentato dal numero di imprese registrate nel sistema DOP-IGP rispetto a quelle registrabili, ovvero che operano nella produzione del prodotto tipico nell'area definita dal Disciplinare.

[3] Allargando l'ottica dalla singola impresa al sistema economico generale, devono essere considerati gli effetti negativi sui redditi delle imprese che non possono più utilizzare il nome protetto, in quanto non capaci di conformarsi al Disciplinare.

[4] Talvolta, i benefici maggiori sono ottenuti più agevolmente dalle imprese di grandi dimensioni e più strutturate, e dalle imprese poste nelle fasi a valle della filiera piuttosto che dagli agricoltori.

– Effetti sul mercato e sui consumatori: derivano dal controllo delle frodi e delle imitazioni, e sono significativi soprattutto nel caso che il prodotto protetto già prima della registrazione fosse dotato di una forte reputazione sul mercato e godesse di un significativo differenziale di prezzo rispetto a prodotti standard. La DOP-IGP può aumentare la disponibilità a pagare dei consumatori o fidelizzarli[5].
– Effetti economici al di fuori del sistema di produzione del prodotto DOP-IGP: questi effetti possono manifestarsi sia all'interno delle stesse imprese di produzione[6], che per imprese di altri settori. Gli attori del territorio possono utilizzare il prodotto DOP-IGP, le risorse specifiche locali che sono a esso collegate e in generale la sua reputazione come strumenti per accrescere l'attrattività e la competitività del sistema locale, anche traendo vantaggio dalla sua capacità di attrarre clienti e turisti nella zona di produzione.
– Effetti sugli elementi del capitale territoriale: i sistemi di produzione DOP-IGP sono spesso strettamente legati a numerose risorse specifiche locali, quali biodiversità, suolo, paesaggio, ma anche al capitale culturale e sociale, e, trattandosi di effetti di terzo ordine, è necessaria una fase preliminare di analisi volta a realizzare un'attenta disamina delle relazioni tra processo produttivo a denominazione e capitali territoriali.

3. L'utilizzo dell'indicazione geografica "pecorino toscano dop"

3.1 *Il prodotto e il disciplinare di produzione*

La Toscana vanta un'importante tradizione nella produzione di formaggi di pecora, sviluppata nel corso di secoli nei suoi vari territori. Per questo motivo il pecorino prodotto nella regione, pur caratterizzato dall'utilizzo esclusivo di latte di pecora e da un gusto più dolce rispetto a quello di pecorini di aree vicine, come il Sardo e il Romano, viene realizzato secondo tradizioni e metodi locali abbastanza difformi quanto a dimensioni e stagionatura, che hanno risentito anche dell'immigrazione di pastori provenienti da altre regioni, in particolare dalla Sardegna, che negli anni '60 rivitalizzarono la pastorizia in

[5] Ciò vale non solo per i consumatori finali, ma anche per i clienti professionali, come dettaglianti o i buyer della grande distribuzione, i quali sono particolarmente interessati alla presenza di sistema di garanzia della qualità e di tracciabilità.
[6] Un esempio è rappresentato dalla capacità di DOP-IGP di favorire la diversificazione delle imprese stesse (vendita diretta, visite e degustazioni aziendali, agriturismo).

Toscana portando con sé usi e tradizioni dei propri territori. Si consideri che l'Elenco dei prodotti agroalimentari tradizionali della Toscana (Dlgs n. 173/98) censisce ben 16 formaggi pecorini, molti dei quali riferiti ad ambiti geografici specifici, tra cui ad esempio il Pecorino a latte crudo della Montagna Pistoiese e quello della provincia di Siena, e i pecorini del Casentino, del Parco di Migliarino-San Rossore, della Costa apuana, della Garfagnana e delle colline lucchesi, della Lunigiana, delle Balze volterrane.

La richiesta della protezione della denominazione d'origine per questo prodotto nacque dall'esigenza di salvaguardia dalla concorrenza dei formaggi provenienti da altre regioni e Paesi, Sardegna in primis, che producevano un pecorino "tipo Toscano" che veniva venduto sugli stessi canali di commercializzazione del prodotto toscano, talvolta in modo ingannevole quanto a reale provenienza e al tipo di latte impiegato. Il Ministero dell'Agricoltura concesse parere favorevole alla denominazione d'origine per il Pecorino Toscano nel 1985, stesso anno in cui fu anche costituito a Grosseto il Consorzio Volontario per la Tutela del Pecorino Toscano DO, mentre per la pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale del decreto che rendeva operante la denominazione fu necessario attendere il febbraio del 1987. Successivamente, il giorno 1 luglio 1996 il Pecorino Toscano ha ottenuto il riconoscimento della protezione comunitaria come DOP ai sensi del Regolamento 2081/92 (art. 190), attraverso la procedura semplificata in quanto dotato di una protezione dell'IG già riconosciuta in base alla normativa nazionale.

Il Disciplinare di produzione del Pecorino Toscano DOP prevede una gamma di tipologie di prodotti piuttosto ampia, rispecchiante le diverse modalità di produzione seguite dai caseifici della regione, influenzate dagli usi e metodi di caseificazione tipici dei diversi luoghi, spesso tramandati di generazione in generazione, oltre che dalla creatività dei casari.

L'obiettivo strategico primario da perseguire con la DOP consisteva nella protezione del nome "Toscano", in considerazione della forte componente evocativa sui mercati nazionali ed esteri, piuttosto che dei nomi dei singoli areali di produzione regionali, seppur molto noti come nel caso di Pienza e, dunque, oggetto di numerose imitazioni all'esterno, ma anche di pratiche scorrette da parte di produttori della Toscana stessa, in particolare attraverso l'uso di latte di provenienza extraregionale o aggiunta di latte vaccino.

Pertanto, era necessario che il Disciplinare consentisse a tutti i caseifici operanti sul territorio regionale di poter utilizzare la denominazione "Toscano" per il loro formaggio pecorino tradizionale, preservando quindi la diversità di tipologie di pecorini già presenti e tutelando allo stesso tempo la produzione ovina regionale, a cui il formaggio era storicamente legato. Il

Disciplinare, dunque, si è basato sull'identificazione di un minimo comune denominatore basato su alcune regole comuni non particolarmente selettive, tra cui soprattutto:

– l'utilizzo esclusivo di latte di pecora intero proveniente da allevamenti che rientrano nella zona di produzione, comprendente l'intero territorio della regione Toscana nonché alcuni comuni del Lazio e dell'Umbria[7];
– utilizzo di latte crudo o trattato termicamente fino alla eventuale pastorizzazione, ma con l'aggiunta esclusiva di fermenti lattici autoctoni, naturali e selezionati, approvati dal Consorzio;
– due tipologie di prodotto: pasta tenera[8] e pasta semidura[9].

3.2 *Il sistema produttivo*

Il sistema produttivo della DOP rappresenta un importante sottoinsieme del sistema di produzione e trasformazione del latte ovino in Toscana.

Gli allevamenti ovini coinvolti nel sistema DOP sono oggetto di certificazione da parte dell'Organismo di controllo incaricato e hanno visto un leggero incremento rispetto al 2013 passando da 787 a circa 800 nel 2014, i due terzi dei quali ubicati in provincia di Grosseto, il 14% in provincia di Siena e il 12% in provincia di Viterbo. A causa della crisi generale dell'allevamento ovino la dinamica recente del numero degli allevamenti iscritti alla DOP mostra segnali preoccupanti di riduzione, infatti nel periodo 2009-2013 sono usciti dalla denominazione ben 118 allevamenti, a fronte di soli 26 nuovi ingressi.

Il centro propulsore del sistema DOP è rappresentato dai caseifici: sono questi, infatti, a "guidare" la domanda di latte verso la produzione di Pecorino Toscano e a influenzare la qualità del prodotto finale, definendone anche la tipologia.

Il Pecorino Toscano DOP è prodotto da un numero di caseifici relativamente ridotto rispetto al totale di quelli operanti nell'area delimitata dal

[7] Si tratta dei comuni di Allerona e Castiglione del Lago in Umbria e i comuni di Acquapendente, Onano, San Lorenzo Nuovo, Grotte di Castro, Gradoli, Valentano, Farnese, Montefiascone, Ischia di Castro, Bolsena e Capodimonte ubicati nella regione Lazio.

[8] La pasta tenera si presenta con sapore dolce, colore bianco leggermente paglierino con crosta di colore giallo di varie tonalità e periodo di maturazione compreso tra i 20 e 40 giorni.

[9] La pasta dura ha un colore tendente al paglierino e una struttura compatta e tenace al taglio, sapore leggermente piccante, crosta gialla o di altro colore in base al tipo di trattamento subito, periodo di stagionatura non inferiore a 4 mesi.

Disciplinare: le imprese di trasformazione iscritte alla denominazione sono in totale 20[10], mentre quelle complessivamente presenti in Toscana sono stimabili in circa 150 unità[11]. Dal 2007 i caseifici aderenti alla denominazione sono aumentati passando da 17 a 20, concentrati in particolare nei territori della Maremma. I caseifici del sistema DOP sono mediamente tra quelli di maggiori dimensioni della regione, anche se si registra una certa eterogeneità sia dal punto di vista della dimensione che dell'orientamento produttivo: alcune imprese sono di grandi dimensioni e dotate di una certa complessità organizzativa, altre sono piccole realtà artigianali a conduzione familiare. Nella generalità dei casi si tratta di aziende multiprodotto, dove la produzione di pecorino in generale e di Pecorino Toscano DOP in particolare riveste un ruolo molto diversificato e talvolta variabile nel tempo.

Nel 2013 i 17 caseifici registrati nel sistema DOP hanno venduto in media 158 tonnellate di prodotto DOP (93 t. di stagionato e 65 t. di fresco), da un massimo di 991 t. a un minimo di appena 0,37 t. Si stima che almeno il 90% del latte prodotto in Toscana sia lavorato dai caseifici che fanno parte della DOP e utilizzato da questi per produrre sia formaggi DOP che non-DOP. La produzione regionale di latte è però insufficiente al fabbisogno toscano, per cui, soprattutto nei mesi autunnali, sono consistenti le importazioni destinate alla produzione di formaggi non-DOP.

Per quanto riguarda gli andamenti produttivi, dopo una significativa diminuzione alla fine degli anni '90 la produzione di Pecorino DOP ha avuto una crescita costante, raggiungendo le 2.680 tonnellate di venduto nel 2013 (+60% circa rispetto all'anno 2000). Lo stesso trend ha riguardato il fatturato alla produzione, arrivato a 22 milioni nel 2012 (+125% rispetto al 2000). Questa prestazione è particolarmente importante tenuto conto che in Italia il settore dei formaggi ovini è stato in calo, sia in termini di volumi che di fatturato.

Tende ad aumentare anche la quota di Pecorino Toscano DOP esportata. In quest'ottica si segnalano interessanti sviluppi anche su alcuni mercati extra-UE, ma, in generale, le opportunità offerte dall'export sono ancora ampiamente sottoutilizzate dalle imprese.

Un elemento importante del sistema DOP è rappresentato dalla presenza del Consorzio di tutela, il quale raccoglie la totalità dei caseifici che impiegano la DOP e svolge funzioni di tutela, rappresentanza degli interessi collettivi e realizzazione di attività di informazione ai consumatori e promozione collettiva.

[10] I 20 caseifici si suddividono in: 17 caseifici/stagionatori, 2 stagionatori, 1 porzionatore.
[11] Dati Asl aggiornati al 2010.

3.3 *Elementi che influenzano il grado di utilizzo della DOP da parte delle imprese*

L'elevata variabilità di tipologie di prodotto resa possibile dal Disciplinare consente a un rilevante numero di caseifici di produrre Pecorino Toscano DOP seguendo proprie motivazioni e strategie talvolta anche molto differenti tra loro, e con livelli qualitativi eterogenei.

Le scelte operate in sede di definizione del Disciplinare di produzione hanno consentito di tutelare le molteplici modalità di produzione seguite dai caseifici toscani e di mantenere una certa variabilità del prodotto finale. La costruzione di un Disciplinare imperniato su norme più "larghe", basato sull'identificazione di poche semplici ed essenziali regole in grado di abbracciare le diverse tradizioni casearie presenti sul territorio regionale, trova la sua spiegazione nella necessità di proteggere soprattutto il nome "Toscana" contro le imitazioni e sfruttarne a pieno gli effetti positivi collegati alla forte componente evocativa. Infatti, numerose erano le contraffazioni di prodotti venduti non soltanto nei mercati esteri, ma anche in quello italiano, che sfruttavano in modo fraudolento la denominazione, in particolare attraverso l'uso di latte di provenienza extraregionale o aggiunta di latte vaccino.

La scelta di un Disciplinare con norme meno restrittive è dipesa anche dalla volontà di tutelare la produzione ovina regionale, settore fortemente in difficoltà e al quale la produzione di questa tipologia di formaggio era storicamente legata. Infatti, consentire con ragionevole certezza a tutti i caseifici regionali di poter utilizzare la denominazione "Toscano" per il loro formaggio tradizionale riusciva ad assicurare una significativa domanda di latte idoneo per la produzione di Pecorino Toscano DOP, tale da garantire un certo livello di stabilità e rappresentare un importante sostegno per gli allevamenti ovini regionali. Grazie all'affermazione della denominazione la DOP ha contribuito a preservare l'allevamento toscano, anche se la tendenza registrata negli ultimi anni evidenzia un trend negativo nella consistenza di allevamenti iscritti alla denominazione, in parte imputabile alla crisi generale che ha coinvolto l'intero settore dell'allevamento ovino. Tuttavia, dall'analisi dei dati emerge come la riduzione possa essere il risultato di un certo grado di selezione interna, dovuta a un maggior livello organizzativo e di imprenditorialità necessario per appartenere al sistema. Secondo i dati del Censimento 2010 gli allevamenti con capi ovini DOP presenti nel territorio toscano ammontavano a 624 per circa 203.000 capi, a fronte di un numero complessivo di 1.735 allevamenti presenti con circa 241.000 capi da latte, con un'incidenza rispettivamente del 36% e dell'84%. In base a un'analisi dei record individuali di Censimento le

aziende con ovini DOP hanno una dimensione media di 2,5 volte superiore a quella delle aziende non-DOP e un livello maggiore di imprenditorialità molto più elevato; nonostante le basse soglie di accesso in termini di prescrizioni del disciplinare e i ridotti costi di adesione alla DOP stessa i piccoli allevamenti incontrano ostacoli all'ingresso nel sistema DOP.

La scelta di un Disciplinare con requisiti meno rigidi, insieme a differenziali di costo trascurabili rispetto a prodotti analoghi, perlopiù collegati alle fase della certificazione, ha contribuito all'affermazione del Pecorino Toscano DOP tra le produzioni più importanti a livello regionale, anche se sono progressivamente emerse alcune significative criticità.

Proprio la scarsa selettività delle norme ha contribuito a creare un'immagine troppo "generica" del Pecorino Toscano DOP, espressione delle diverse strategie perseguite dai singoli caseifici. Infatti, attraverso la medesima denominazione sono commercializzati prodotti piuttosto eterogenei, soprattutto in termini di qualità, e la DOP di per sé, se non accompagnata da altre indicazioni, non riesce a segnalare in modo adeguato le peculiarità e la presenza di caratteristiche superiori rispetto ad altri formaggi. Pertanto, le difficoltà legate alla caratterizzazione del prodotto sono un elemento che limita la crescita nel grado di utilizzo della denominazione nei segmenti di differenziazione più spinta ad alto valore aggiunto e in quello dei prodotti tradizionali. Anche per questo motivo si sono sviluppati negli ultimi anni alcuni tentativi di differenziare e qualificare alcuni pecorini prodotti in Toscana con marchi di qualità riferiti a territori e/o metodi di produzione più specifici, come nel caso delle lavorazioni a latte crudo. Ciò ha dato luogo all'attivazione di iniziative per il riconoscimento di DOP più selettive, quali il "Pecorino delle Balze Volterrane" e il "Pecorino a Latte Crudo della Montagna Pistoiese", mentre in altri reputati territori di produzione si è preferito non procedere a domande di riconoscimento di DOP a causa della complessità delle procedure, ma anche dei limiti che questa avrebbe imposto al processo produttivo.

Le difficoltà legate alla segnalazione delle diverse caratteristiche tra le diverse tipologie di Pecorino Toscano DOP ha contribuito a creare almeno due sub-sistemi di imprese utilizzatrici della denominazione: da un lato alcuni grandi utilizzatori, dall'altro i piccoli utilizzatori. Come accaduto anche per altre DOP di altri paesi (Barjolle e Jeanneaux, 2012), i grandi utilizzatori della denominazione sono caseifici che destinano la quasi totalità del latte lavorato idoneo a produrre Pecorino Toscano DOP proprio per ottenere questa tipologia di formaggio. Inoltre, queste imprese, grazie ai consistenti volumi prodotti sono in grado di beneficiare a pieno della reputazione del prodotto e del nome Toscana, sfruttando al massimo la possibilità di accedere

ai canali della Moderna Distribuzione regionale ed extraregionale, e talvolta anche estera. Se da un lato la GDO rappresenta un'opportunità in termini di assorbimento di volumi e di grado di sicurezza delle vendite, dall'altro lato il diverso potere contrattuale e l'esigenza stessa di veicolare grandi quantità di prodotto DOP via Moderna Distribuzione espone questi caseifici a una forte pressione sui prezzi praticabili, con notevoli ripercussioni sul livello di qualità del prodotto e di conseguenza sulla sua reputazione complessiva. Infatti, per riuscire a sostenere il livello di prezzo praticato dalla GDO, solitamente scontato per attirare l'interesse dei consumatori sul punto vendita, come accade anche per altri reputati formaggi, quali il Parmigiano Reggiano e il Grana Padano, i grandi utilizzatori puntano sia sul conseguimento di economie di scala, sia sull'offerta di un Pecorino Toscano DOP di qualità standard.

I piccoli utilizzatori, al contrario, sono caseifici che impiegano soltanto una parte, talvolta marginale, del latte idoneo alla produzione di Pecorino Toscano DOP per ottenere questo tipo di formaggio, preferendo, piuttosto, puntare su altre tipologie a marchio proprio. Per queste imprese l'impossibilità di conseguire economie di scala rappresenta un importante limite, dato che, non riuscendo a competere con gli altri caseifici in termini di prezzo, neanche proponendo un prodotto di qualità standard, preferiscono talvolta non denominare il proprio prodotto come Toscano nel tentativo sia di differenziarlo maggiormente e spuntare prezzi superiori, sia di contenere i costi eliminando quelli connessi alle fasi di certificazione. Non ritenendo, quindi, profittevole utilizzare la DOP in modo consistente in quanto non ritenuta sufficientemente in grado di segnalare la superiore qualità sul mercato, questi caseifici preferiscono adottare strategie diverse, utilizzando il Pecorino Toscano DOP soltanto come chiave di accesso per particolari mercati, tra cui l'export.

4. DISCUSSIONE

Il grado di utilizzo della denominazione risulta molto diversificato tra i vari caseifici, in relazione al diverso inquadramento all'interno delle strategie di business individuali. Infatti, le imprese di trasformazione maggiormente "specializzate" nella produzione del Pecorino Toscano DOP vedono in questo prodotto l'opportunità di instaurare rapporti commerciali piuttosto stabili con la Moderna Distribuzione, sfruttando al meglio le proprie caratteristiche strutturali che consentono di ottenere economie di scala e, quindi, contenere i costi. Il prodotto finale è un Pecorino Toscano DOP di qualità "media",

ottenuto con un livello di costo tale da risultare remunerativo, almeno in parte, ai prezzi praticati dalle imprese della GDO. Di contro, i caseifici appartenenti al gruppo dei piccoli utilizzatori impiegano la denominazione in modo marginale, soprattutto per l'esportazione. In questo caso, il Pecorino Toscano DOP è utilizzato come chiave di accesso ai mercati esteri, vista l'elevata notorietà della Toscana, che lo rende un prodotto ricco di appeal per la clientela estera. Infatti, questo prodotto è solitamente ritenuto uno strumento necessario per riuscire ad allacciare rapporti commerciali con l'estero, vista la domanda specifica degli importatori, a partire dal quale, però, i caseifici tentano, in primo luogo, di stabilire relazioni stabili, fidelizzando il cliente, e, successivamente, proponendo tipologie di prodotto diverse, maggiormente remunerative. La produzione di Pecorino Toscano DOP risulta, quindi, essere funzionale all'apertura di canali commerciali esteri, inizialmente poco remunerativi visti i ridotti margini su questo prodotto, ma potenzialmente molto interessanti con l'aggiunta di altri formaggi a marchio aziendale. Inoltre, il Pecorino Toscano DOP è spesso utilizzato da questi caseifici per completare il proprio assortimento o per rispondere a richieste specifiche da parte di alcuni clienti. Le diverse scelte strategiche in termini di utilizzo sono motivate essenzialmente dalle difficoltà nel riuscire a competere con i caseifici di più grandi dimensioni, che riescono a ottenere il prodotto a costi molto più contenuti. Allo stesso tempo, l'impossibilità di attuare strategie di diversificazione utilizzando la leva della qualità, visto che il prodotto viene commercializzato con la medesima denominazione, riducono al minimo i margini per un recupero di competitività. Anche i canali esteri risultano difficilmente raggiungibili per queste imprese della trasformazione sempre a causa del più alto livello di costo e dell'impossibilità di diversificare i prodotti attraverso la leva della qualità.

Il ricorso ai canali della Moderna Distribuzione rappresenta un vero e proprio paradosso per l'evoluzione di questa denominazione: la DOP ha sicuramente favorito l'accesso a questo canale, risultando oggi insostituibile in termini di assorbimento di quantità, ma su di essa il prodotto è per quasi tutto l'anno in promozione, con prezzi molto al di sotto dell'effettivo valore[12]. Tutto ciò ha inciso negativamente sulla redditività per la filiera, richiedendo una continua compressione dei costi di produzione, mediante la ricerca di

[12] Il prezzo di vendita in promozione presso la GDO è solitamente attorno ai 9-10 euro/kg, mentre il costo di produzione franco caseificio difficilmente può scendere sotto gli 8 euro anche per i caseifici capaci di lavorare su grandi volumi: per 1 kg di pecorino servono circa 6 l di latte a 0,80 €/l, più costi di trasporto, a cui vanno aggiunti almeno 3€ di costi industriali e di amministrazione.

economie di scala e talvolta a spese della qualità intrinseca del prodotto. Inoltre il prezzo praticato durante le promozioni diventa quello di riferimento del consumatore almeno sul canale della moderna distribuzione, e sono dunque limitati i quantitativi di prodotto vendibili a prezzo pieno così come è difficile collocare Pecorino Toscano DOP di qualità superiore.

La redditività della denominazione, quindi, non rappresenta un incentivo all'adozione per i caseifici visti i bassi prezzi spuntati, mentre, al contrario, gli elevati costi associati e il ridotto differenziale di prezzo rispetto a prodotti simili possono rappresentare un disincentivo, seppur in parte mitigato dall'importanza rivestita dal Pecorino Toscano DOP tanto per accedere ai canali della Moderna Distribuzione, quanto per l'export.

Nel medio lungo termine questo processo potrebbe innescare una "fuga" dalla denominazione, e indurre le imprese meno orientate ai canali della Moderna Distribuzione a fare uso di altri strumenti di qualificazione su base aziendale e/o collettiva per promuovere le proprie produzioni. Questo significa che non solo potrebbe diminuire nel tempo il numero di imprese utilizzatrici (alcune DOP/IGP in Toscana registrano ormai un numero ridottissimo di produttori iscritti e interessati), ma anche ridursi il numero di domande di ottenimento della DOP/IGP a vantaggio di un maggiore ricorso ad altri strumenti quali marchi collettivi geografici, presidi Slow Food, marchi ombrello territoriali. Si tratta di un processo non necessariamente negativo, da valutare attentamente caso per caso, ma rispetto al quale le imprese interessate alla valorizzazione collettiva del proprio prodotto sono spesso poco preparate a decidere. Quello che è assolutamente da evitare è invece l'utilizzazione del riferimento a territori in maniera semplicemente evocativa, cioè senza necessariamente realizzare il prodotto sul territorio richiamato.

5. CONCLUSIONI

La DOP del Pecorino Toscano ha svolto un'importante funzione di tutela dell'allevamento ovino e dell'industria casearia regionali, grazie alla scelta a suo tempo effettuata di avere puntato alla tutela del nome e dell'immagine della Toscana. Il sostegno garantito alla DOP da parte del Consorzio di Tutela del Pecorino Toscano DOP ha certamente contribuito al buon funzionamento della filiera, grazie da un lato all'azione di vigilanza sul mercato, e dall'altro all'azione di supporto alle iniziative di marketing e di assistenza tecnica.

Nella fase attuale sono tuttavia individuabili alcuni punti di criticità che possono ripercuotersi negativamente sul futuro del Pecorino Toscano DOP.

Un primo elemento risiede nell'accentuarsi della pressione competitiva nella fase della distribuzione finale al dettaglio, che può determinare possibili crisi di prezzo al consumo dovute alle politiche aggressive delle imprese della moderna distribuzione, accompagnate da una pressione competitiva esercitata dai formaggi vaccini il cui prezzo presumibilmente tenderà a ridursi a causa degli aumenti produttivi conseguenti all'eliminazione delle quote latte.

Un secondo elemento, collegato al primo, consiste nella conseguente spinta verso una intensificazione della produzione di latte ovino determinata dalla ricerca dell'abbattimento dei costi di produzione; tale processo, se non ben governato e accompagnato da adeguate azioni di assistenza tecnica, può comportare una perdita degli elementi di tipicità del latte e un abbassamento dei suoi livelli qualitativi, oltre che causare pressioni ambientali.

Un terzo elemento consiste nell'aumento delle tendenze centripete derivanti dalla crescente tendenza a segnalare specificità del prodotto riferite a territori particolari, con strumenti di varia natura e spesso in un contesto deregolato.

La soluzione a queste possibili tensioni vanno ricercate a livello di azione collettiva e organizzata da parte degli attori della filiera, accompagnate da opportune azioni di ricerca, relativamente alle seguenti linee:

– sviluppare la produzione di latte ovino, ma nel rispetto delle vocazioni territoriali;
– ricercare una equa partecipazione degli allevatori alla catena del valore, anche mediante ricerca di alleanze basate sul contenuto di valori dei prodotti;
– rafforzare la tipicità del prodotto, enfatizzando anche il ruolo della tradizione e della storia, gli aspetti sociali e gli aspetti ambientali;
– valorizzare le differenze e le eccellenze a livello caseario in modo coordinato ed entro una logica condivisa, valutando l'opportunità di un sistema piramidale di denominazioni dei pecorini toscani in modo coordinato, valorizzando le sinergie tra le diverse possibili denominazioni anche nella prospettiva del contenimento dei costi di conformità e di certificazione;
– migliore conoscenza e monitoraggio del mercato che possa agevolare l'azione di promozione collettiva svolta dal Consorzio di tutela.

RIASSUNTO

Le indicazioni geografiche (IG) sono strumenti impiegati dalle imprese per evidenziare e comunicare che la reputazione, le qualità e le caratteristiche di un prodotto sono strettamente legate alla sua origine geografica. La protezione garantita dalle IG protette può esercitare forti

effetti sulla redditività delle imprese. Il livello di utilizzo effettivo della IG protetta da parte delle imprese dipende loro molti fattori, tra cui i benefici attesi e i costi, la strategia di marketing adottata, e le caratteristiche del Disciplinare di produzione. Nonostante la grande enfasi spesso attribuita agli effetti positivi della protezione delle IG, molto spesso le imprese fanno uso delle IG a un livello molto inferiore rispetto alle potenzialità. L'obiettivo di questo lavoro è quello di analizzare le decisioni strategiche che portano le imprese a decidere se e in che misura utilizzare la DOP "Pecorino Toscano" per la commercializzazione dei loro prodotti. I risultati mostrano che le imprese utilizzano la DOP per raggiungere molteplici scopi, che spesso vanno al di là di quelli normalmente attesi (aumento prezzi e volumi). I contenuti del disciplinare influiscono notevolmente sugli effetti generati dalla protezione delle IG. Il livello di impiego effettivo della DOP da parte delle imprese non dipende dalla presenza di barriere all'entrata determinate dall'entità dei costi per conformarsi al Disciplinare, ma soprattutto dal livello di coerenza tra le caratteristiche e le strategie delle imprese e il disciplinare di produzione. Alla luce dell'analisi svolta vengono individuati alcuni fattori di criticità e proposte alcune possibili linee di indirizzo per il rafforzamento della DOP del Pecorino Toscano.

ABSTRACT

Pecorino toscano and the market: the role and the future of the protected designation of origin. Geographical Indications (GIs) are tools adopted by firms to underline that reputation, qualities and characteristics of a product are strictly linked to its geographical origin. The protection granted to GIs by the law may exert strong effects on firms' profitability. The extent by which firms use the protected GI for marketing their products depends on many factors, among which the expected benefits and costs, the marketing strategy pursued by firms, and the characteristics of the Product specification (PS). Notwithstanding the great emphasis often put on the positive effects of the GI protection, the use firms make of the protected GI is in many cases far away from its potentiality. The aim the paper is to analyze the strategic decisions that lead firms to decide whether and to what extent to use the protected PDO "Pecorino Toscano DOP" (Tuscan Sheep-milk cheese PDO) for marketing of their products. Results show that firms use the protected GI to attain a wide spectrum of results that are often far away from the expected ones. Besides, the way PS has been drawn greatly affects the effects generated by the GI protection. Much of the real use of protected GIs by firms relies on the coherence between firms' characteristics and strategies, and PS, while the different use of the protected GI by firms seems not to depend by entry-barriers linked to costs needed to comply with the PS. Taking in consideration the results of our analysis, some critical factors are identified and some possible guidelines for the strengthening of the DOP Pecorino Toscano are proposed.

BIBLIOGRAFIA

ARFINI F., BELLETTI G., MARESCOTTI A. (2010): *Prodotti tipici e denominazioni geografiche. Strumenti di tutela e valorizzazione*, Gruppo 2013, Quaderni. Edizioni Tellus, Roma.

Barjolle D., Jeanneaux P. (2012): *Raising Rivals Costs Strategy and Localised Agro-Food Systems in Europe*, «International Journal on Food System Dynamics», 3 (1), pp. 11-21.

Belletti G., Marescotti A. (2011a): *Origin Products, Geographical Indications and Rural Development*, in Barham E., Sylvander B. (Eds.), *Labels of origin for food. Local development, global recognition*, Cambridge (USA), CABI International, pp. 75-91.

Belletti G., Marescotti A. (2011b): *Monitoring and evaluating the effects of the protection of Geographical Indications. A methodological proposal*, in Swiss Federal Institute of Intellectual Property (Ed.), «The effects of protecting Geographical Indications. Ways and Means of their evaluation», Berne, Publication n. 7 (07.11), pp. 31-121.

Belletti G., Marescotti A., Touzard J.M. (2015): *Geographical Indications, Public Goods and Sustainable Development: The roles of actors' strategies and public policies*, «World Development», http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.05.004.

Carbone A. (2003): *The role of designation of origin in the Italian food system*, in Gatti S., Giraud-Héraud E., and Mili S. (Eds.), *Wine in the old world. New risks and opportunities*, Milano, Franco Angeli, pp. 29-39.

Frayssignes J. (2005): *Les AOC dans le développement territorial, une analyse en termes d'ancrage appliquée aux cas français des filières fromagères*, Thèse présentée pour obtenir le titre de docteur de l'Institut National Polytechnique de Toulouse. Soutenue le 12 décembre 2005.

Vandecandelaere E., Arfini F., Belletti G., Marescotti A. (Eds.) (2009): *Linking people, places and products. A guide for promoting quality linked to geographical origin and sustainable geographical indications*, FAO-SINERGI, Rome.

Enrico Bonari*, Alberto Mantino*

Sistemi foraggeri, ovinicoltura razionale e conservazione del territorio nelle aree interne della Toscana

È ormai pressoché universalmente riconosciuto il ruolo fondamentale – diretto e indiretto – che esercitano gli agricoltori sulla qualità della vita delle popolazioni umane sulla terra; e ciò appare particolarmente evidente sia quando si considerano i molteplici problemi connessi con la produzione primaria e la disponibilità complessiva di cibo (sicurezza alimentare) (FAO, 2009), sia quando si passano in rassegna i molteplici aspetti legati alla qualità e salubrità delle derrate, sia quando si prendono in considerazione i problemi della conservazione dell'ambiente e del paesaggio sia, come è doveroso sottolineare, quando si voglia valutare anche il contributo dell'attività agricola alla conservazione e alla tutela complessiva del territorio agroforestale e del paesaggio. In tutti i casi, a nostro avviso, il ruolo potenziale svolto dagli agricoltori e il peso relativo delle conseguenze del loro comportamento sulla conservazione della "qualità del patrimonio" rurale è enorme.

Al riguardo, se da un lato è noto che la moderna gestione delle colture agrarie costituisce ormai un processo che, pur seguendo le leggi fondamentali della produttività degli ecosistemi naturali, non si realizza quasi mai con esiti soddisfacenti se l'agricoltore non interviene per guidarlo e sostenerlo; dall'altro lato, appare altrettanto evidente che l'intensità delle sue azioni nella gestione dell'agro-ecosistema e negli interventi complessivi di sostegno e protezione delle colture praticate, deve essere adeguatamente "calibrata" in rapporto alla "vocazionalità" delle aree coltivate e alla distanza esistente, caso per caso, fra le caratteristiche climatiche e pedologiche dei luoghi e le condizioni ottimali di sviluppo delle diverse specie vegetali e animali di interesse agrario.

Fatta questa premessa, appare evidente che un ulteriore importante mo-

* *Istituto di Scienze della Vita, Scuola Superiore Sant'Anna – Pisa*

SAU milioni ha	ANNO 1990	ANNO 2010	DIFFERENZA ha *103 (%)
Nord	5,2	4,6	- 637 - 12,2
Centro	2,7	2,2	- 515 - 19,0
Sud+Isole	7,1	6,1	- 1.037 - 14,5
ITALIA	15,0	12,8	- 2.189 -14,6

Tab. 1 *Evoluzione della SAU nel ventennio 1990-2010 (dati ISTAT 2012)*

tivo di riflessione sulla sostenibilità futura del processo produttivo agricolo è costituito senz'altro dall'insieme dei dati più recenti sul fabbisogno di cibo della popolazione mondiale e dalle relative previsioni di crescita da oggi ai prossimi 30-40 anni. Sembra infatti che il prevedibile ritmo di incremento dei consumi stimati a livello globale (sia per la crescita della popolazione che per il maggior consumo di carne) metterà a dura prova le capacità di tenuta dell'intero sistema agroalimentare mondiale: nel 2050 saremo più di 9 miliardi (Lutz et al., 2001), circa un terzo più di oggi, e per soddisfare la relativa domanda di cibo – se non cambiamo radicalmente il nostro modo di alimentarsi e di sprecare una parte significativa di quanto produciamo (circa il 30%) (FAO, 2011) – avremo bisogno di aumentare la produzione primaria di più del 70% rispetto all'attuale. La produzione annua di cereali dovrà portarsi a 3 miliardi di tonnellate (circa 1/3 in più rispetto a oggi), quella di soia dovrà aumentare del 140% e quella di carne dovrà raggiungere i 470 milioni di tonnellate (duecento in più di quelle attuali) (FAO, 2009). In più, considerato che negli ultimi 50 anni l'incremento della superficie dei terreni coltivati ha contribuito all'aumento della disponibilità di cibo per meno del 30%, tutti gli osservatori internazionali concordano nel ritenere che anche in futuro l'indispensabile incremento di produzione dovrà realizzarsi soprattutto attraverso la maggiore resa unitaria delle colture.

Di contro, nel nostro Paese, mentre è chiaro e riconosciuto che in termini di fabbisogno di cibo avremmo bisogno di avere la disponibilità di una superficie produttiva di oltre quattro volte superiore a quella oggi effettivamente utilizzata, dall'altro lato si registra invece (tab. 1) che negli ultimi 20 anni abbiamo perduto oltre 2 milioni di ha di SAU rispetto ai 15 che ne avevamo nel 1990 (ISTAT, 2012); quasi tutte le Regioni sono state investite del problema, vuoi per la progressiva cementificazione delle aree agricole, vuoi per il crescente abbandono di terreni prima coltivati. Per quanto attiene le principali colture agrarie, poi, nei territori più ricchi di seminativi le maggiori contrazioni si sono registrate proprio a carico delle tipiche coltivazioni erbacee di pieno campo, come i cereali autunno-vernini e le colture industriali (oleaginose e proteaginose), di cui – tra l'altro – si accresce di anno in anno

SAU (ha * 10^3)	ANNO 2000	ANNO 2010	DIFFERENZA %
Arezzo	88.3	68.3	-22.7
Firenze	127.2	127.0	-0.2
Grosseto	192.1	135.0	-29.7
Pisa	92.7	72.6	-21.8
Siena	152.2	129.6	-14.8
Toscana	768.7	625.4	-18.7

Tab. 2 *Variazioni della SAU in alcune province toscane (dati ISTAT, 2012)*

il ricorso all'importazione. Stando così le cose, appare evidente che – proprio in termini di sistemi colturali – dovremo al più presto mettere "a punto" e introdurre nelle realtà produttive delle diverse regioni agrarie italiane una serie di suggerimenti in grado aggiornare il loro specifico modello aziendale di "intensificazione sostenibile" (Pretty, 2008; Godfray et al., 2010; Bonari et al., 2015).

Anche in Toscana occorre operare perché l'agricoltura torni quanto prima a produrre, ovviamente in modo "sostenibile", la maggior quota possibile di prodotti agroalimentari, con ciò cercando di recuperare al più presto anche la perdita di SAU che si è registrata negli ultimi anni anche nelle province più agricole della regione (tab. 2). È noto che le azioni necessarie per raggiungere l'obiettivo nelle diverse aree debbano essere differenti in rapporto alla "vocazionalità" agronomica, sociale ed economica dei territori. Infatti, accanto ad aree caratterizzate da seminativi a più spiccata vocazione produttiva per le grandi colture mercantili (cereali, colture industriali, ecc.) e – in presenza di acqua sufficiente – anche a vocazione ortofrutticola, se ne alternano altre, variamente collinari, in cui le limitazioni (naturali e non solo) rendono molto più difficile definire sistemi produttivi in grado di sorreggersi economicamente nelle attuali condizioni di mercato globale.

In questi ambiti più sensibili, appare ancora più urgente promuovere (o ridefinire) nuovi sistemi colturali "aggiornati" e fare in modo che gli agricoltori-allevatori possano conservare il ruolo di presidio del territorio, di tutore dell'ambiente, del paesaggio tipico, della cultura locale, ecc., che la società moderna apprezza e riconosce.

L'abbandono che ha interessato la nostra regione e che, se da un lato, sembra investire soprattutto le colture erbacee di pieno campo (cereali in primo luogo) delle aree interne più difficili, dall'altro lato, nell'ultimo ventennio, ha riguardato anche una quota impressionante (oltre la metà delle UBA) dell'allevamento zootecnico locale (sia bovino che ovino) che non appare più tol-

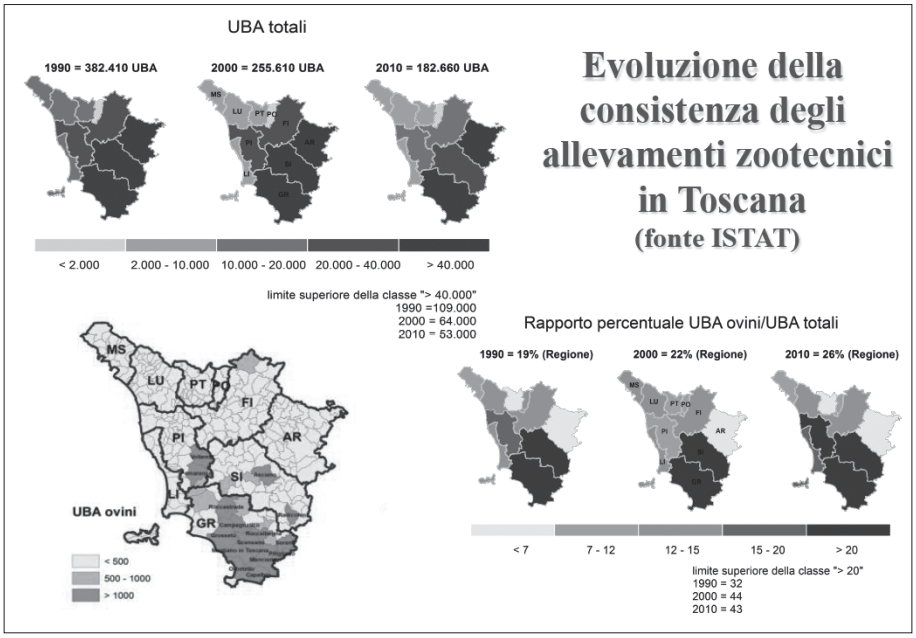


Fig. 1 *Evoluzione dell'importanza dell'ovinicoltura nella zootecnia toscana (dati ISTAT, 2012)*

lerabile e che deve trovare al più presto una adeguata inversione di tendenza (ISTAT, 2012). Al riguardo, infatti, corre anche l'obbligo di osservare che, soprattutto nelle province di Grosseto e Siena (fig. 1) e in parte in quella di Pisa – notoriamente caratterizzate da un'agricoltura più estensiva – in contrasto con il calo complessivo del patrimonio zootecnico che anche in questo comprensorio si è registrato, sembra si stia progressivamente affermando sempre più un'ovinicoltura di maggior pregio rispetto al passato e in crescita relativa rispetto all'allevamento bovino (dal 40 al 50% delle UBA). Anche in termini di "filiera locale" l'allevamento della pecora – e la successiva trasformazione del latte nel tipico "Pecorino Toscano" – sta acquisendo un ruolo decisamente crescente, soprattutto nelle aree collinari interne della Toscana centro-meridionale; e ciò, sia dal punto di vista squisitamente economico e commerciale, sia per la chiara valenza ambientale, paesaggistica e sociale che ormai riveste nel territorio in questione e per la quale occorre avere sempre più la massima considerazione.

Già alcuni anni fa, abbiamo avuto l'occasione di presentare i risultati di uno studio interdisciplinare in cui, fra l'altro, erano stati evidenziati i punti di forza e di debolezza dell'allevamento ovino della Maremma toscana e della

Produzione primaria	*Prima trasformazione*	*Commercializzazione*
⊖ Scarsa assistenza tecnica (foraggicoltura, rimonta interna, etc.) ⊖ Mancanza/carenza di mano d'opera specializzata ⊖ Scarsa disponibilità di acqua per foraggicoltura ⊖ Alta presenza di predatori segnalata localmente ⊕ Alta consistenza del patrimonio ovino sul territorio ⊕ Opportunità di valorizzazione delle aree marginali ⊕ Vendita del latte garantisce un reddito ben distribuito nell'anno ⊕ Ruolo agro-ambientale delle foraggere poliennali	⊖ Eccessivo contrasto fra le imprese di trasformazione presenti nei diversi areali ⊕ Alta diffusione dei caseifici (sia privati che cooperativi) sul territorio	⊖ Forte concorrenza dall'estero nella trasformazione casearia e nazionale per quanto riguarda la produzione di latte ⊖ Assenza di una filiera per agnello da carne in grado di supportare anche l'istituzione della DOP ⊕ Produzioni di alta qualità e collocate su una fascia medio-alta di mercato ⊕ Esperienze di introduzione della liquidazione del latte sulla qualità ⊕ Sbocco di mercato offerto dall'istituzione della DOP pecorino toscano
Trasversali		
⊖ Scarsa tendenza all'associazionismo, sia dei produttori che dei caseifici ⊖ Alta burocratizzazione del settore (HACCP, 626, pacchetto igiene, etc.) ⊕ Alta valenza paesaggistica e turistica dell'allevamento ovino		

Fig. 2 *Filiera zootecnica ovina in Maremma: punti di forza e di debolezza*

relativa filiera del formaggio pecorino (fig. 2); e in quella occasione era stata anche evidenziata (e del tutto condivisa con gli attori locali) la necessità di: (i) riorganizzare il sistema produttivo primario alla ricerca della massima riduzione dei costi di produzione del latte, (ii) promuovere servizi di supporto e di qualificazione professionale in grado di rendere più appetibile la filiera, (iii) valorizzare ulteriormente la tipicità delle produzioni locali e, infine, (iv) contribuire con la foraggicoltura di qualità, alla conservazione del territorio e del paesaggio e alla riduzione dell'abbandono dei seminativi (Bonari et al., 2009).

Per quanto attiene al primo dei punti sopra richiamati, ciò che emerge soprattutto anche da alcune recenti indagini ripetute nel medesimo comprensorio sembra essere l'osservazione di una sostanziale e diffusa "inadeguatezza" degli allevamenti per quanto attiene alla organizzazione razionale della foraggicoltura aziendale a supporto dell'alimentazione degli animali in produzione. Sembra un fenomeno assai diffuso nelle aree collinari interne della nostra regione, anche se da tempo tipicamente destinate all'allevamento ovino, che il grado di attenzione riservato dai tecnici – e, quindi, anche dagli agricoltori – alle produzioni foraggere non sia dello stesso livello di qualità rispetto a quella prestata alle altre colture erbacee a destinazione mercantile (es. cereali), con ciò minando alla radice la possibilità di organizzare una auspicata vera "ovinicoltura razionale".

Sappiamo bene che il comparto delle foraggere è difficile da dominare sul piano professionale e lo è tanto di più quanto maggiori sono le limitazioni agro-ambientali di varia origine (orografia, pendenza, profondità del suolo, natura dei terreni, andamento climatico prevalente, disponibilità di acqua, ecc.) con cui confrontare di volta in volta le necessità produttive. Il tutto, infatti, deve adeguatamente considerare sia le esigenze alimentari complessive degli animali da allevare (soprattutto quando questi possono avvantaggiarsi del pascolamento), sia le eventuali particolari esigenze qualitative del prodotto primario ricercato (latte e carne), sia le caratteristiche produttive (quantità e qualità) e la stagionalità delle differenti specie vegetali (e varietà) utilizzabili in rapporto al tipo di coltura necessaria (pascolo, prato-pascolo, prato, erbaio), ecc.

Molte – e tutte di notevole livello scientifico – sono state in passato le ricerche sperimentali condotte, anche nelle aree meno avvantaggiate della nostra regione, dalle diverse strutture e istituzioni di ricerca e di sperimentazione agronomica presenti in Toscana e ampio appare il quadro di riferimento delle conoscenze acquisite (e a cui è possibile ricorrere) in merito alle principali caratteristiche delle diverse foraggere e sulla loro adattabilità alle caratteristiche agro-pedo-climatiche dei luoghi. Meno adeguata, semmai, sembra essere stata sul territorio regionale la costruzione di una coerente e moderna attività di moltiplicazione, selezione e commercializzazione delle sementi delle specie (e delle varietà) più idonee, da parte del mondo delle imprese sementiere e delle cooperative di servizio degli agricoltori; e scarsamente efficace sembra essere stata anche la rete della consulenza professionale al riguardo.

Alla base delle scelte del "che cosa seminare", per la strutturazione e la gestione di una "ovinicoltura razionale" e un pascolamento più prolungato possibile delle superfici erbose, sta – oggi come sempre – la realizzazione di prati, pascoli e prati-pascolo, soprattutto a ciclo pluriennale. E questi non potranno che essere realizzati a scala aziendale trovando, in primo luogo, le migliori risposte possibili ai problemi specifici dell'adattamento delle diverse essenze (in termini di longevità, produttività, resistenza alle avversità, ecc.) al tipo di terreno e al clima dell'area e – di non secondaria importanza – alle più attendibili previsioni in merito alla loro attitudine al taglio e/o al pascolo nelle condizioni date.

LE ESPERIENZE PIÙ RECENTI DI FORAGGICOLTURA E OVINICOLTURA RAZIONALI IN MAREMMA

Anche recentemente, dalle indagini aziendali direttamente condotte e dalle diverse valutazioni effettuate (agronomiche, zootecniche ed economiche)

è apparsa evidente e urgente anche la necessità di procedere, adattandolo alle differenti realtà aziendali, al recupero funzionale delle tecniche di pascolamento razionale e, quindi, al conseguente adeguamento della tecnica di alimentazione degli animali del gregge nella direzione del miglioramento quanti-qualitativo del latte conferito, della riduzione dei costi di produzione e della riduzione dei rischi connessi all'erosione del terreno.

Le prime esperienze di *trasferimento dell'innovazione* da noi direttamente condotte in questi ultimi anni in alcune delle realtà aziendali (tutte collegate al Caseificio Sociale di Manciano) rappresentative delle colline interne della Maremma toscana, hanno avuto come obiettivo principale quello di organizzare per quanto possibile, come sopra richiamato, dei sistemi foraggeri in grado di riportare, da un lato, le pecore al pascolo per il più ampio periodo di tempo possibile e "destagionalizzare" al massimo la produzione del latte e, dall'altro lato, di introdurre nella organizzazione produttiva aziendale la più alta quota possibile di colture (prati e prati-pascolo oligofiti) leguminose e graminacee a ciclo pluriennale in sostituzione delle foraggere annuali.

I diversi interventi mirati di consulenza tecnica aziendale e di trasferimento dell'innovazione realizzati grazie anche al cofinanziamento regionale del PSR 2007-2013 (e in qualche caso di vere e proprie piccole attività sperimentali) sono in molti allevamenti ancora in corso. Se i pochi anni che ci separano dal loro avvio non permettono delle considerazioni del tutto conclusive, nel primo biennio di attività essi hanno già fatto registrare risultati di notevole interesse applicativo, sia per le aziende agro-zootecniche coinvolte che per le caratteristiche qualitative complessive del prodotto trasformato, sia per la concreta capacità di riduzione dei rischi agro-ambientali che – come vedremo più avanti – l'aumento delle superfici destinate alla foraggicoltura basata sui prati e sui prati-pascolo poliennali sembra evidenziare.

In estrema sintesi, sul piano della produzione media annua di foraggio, l'introduzione di miscugli oligofiti di specie graminacee e leguminose appositamente studiati, sia per gli erbai a ciclo autunno-invernale (decisamente più diffusi nelle aziende dell'area) che per i prati poliennali (di durata diversa), sia per i terreni tendenzialmente più argillosi che per quelli più sciolti, sembra produrre, da un lato, dei significativi incrementi di resa totale (t/ha di sostanza secca) rispetto al tradizionale erbaio di avena e trifoglio alessandrino e, dall'altro, un altrettanto interessante allungamento della stagione di pascolamento (fig. 3). Un'interessante elaborazione condotta in merito ai primi risultati economici realizzabili con il passaggio dalla coltivazione degli erbai annuali a una organizzazione foraggera basata sui prati e prati-pascolo poliennali sembra mettere in evidenza una progressiva riduzione dei costi di

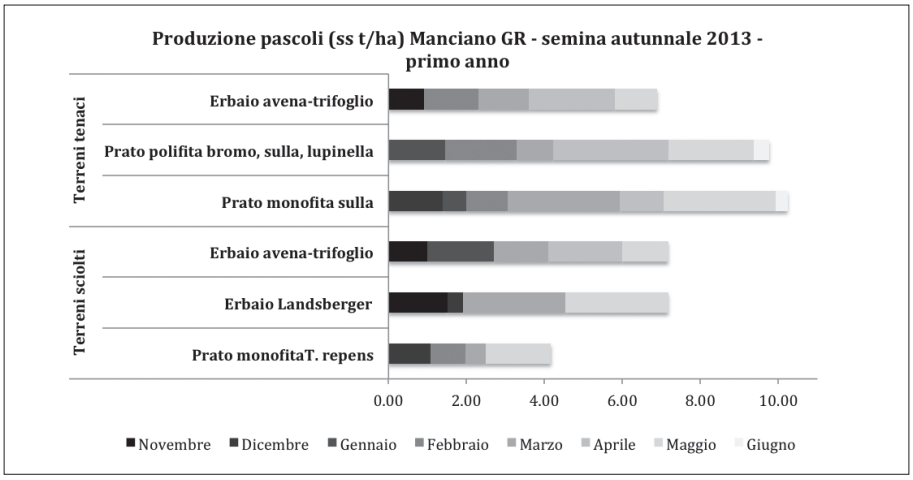


Fig. 3 *Primi risultati dell'introduzione di foraggere poliennali in Maremma (Progetto FORMANOVA, dati non pubblicati)*

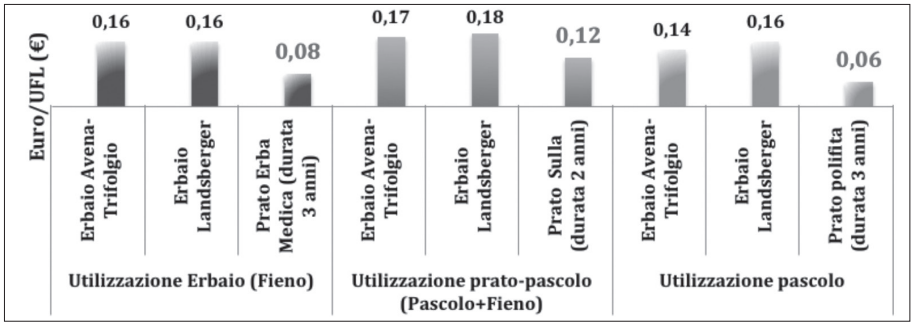


Fig. 4 *Primi risultati economici dell'introduzione di foraggere poliennali in Maremma (Progetto FORMANOVA, dati non pubblicati)*

produzione dell'UFL mano mano che si allunga la durata della coltura; e ciò indipendentemente dalle modalità di utilizzazione del cotico (fig. 4).

Alcuni esempi dei miglioramenti conseguiti in termini di produttività del latte negli allevamenti controllati a seguito degli interventi di volta in volta suggeriti (inserimento di nuove specie foraggere poliennali, introduzione del pascolamento razionale, riformulazione della razione alimentare, ecc.) sono riportati nella figura 5, in cui viene posto a confronto la quantità di latte effettivamente consegnata nei vari mesi dalle diverse aziende al caseificio nei due anni di attività del Progetto FORMANOVA a confronto con la media quinquennale delle produzioni conferite prima dell'avvio delle attività dimo-

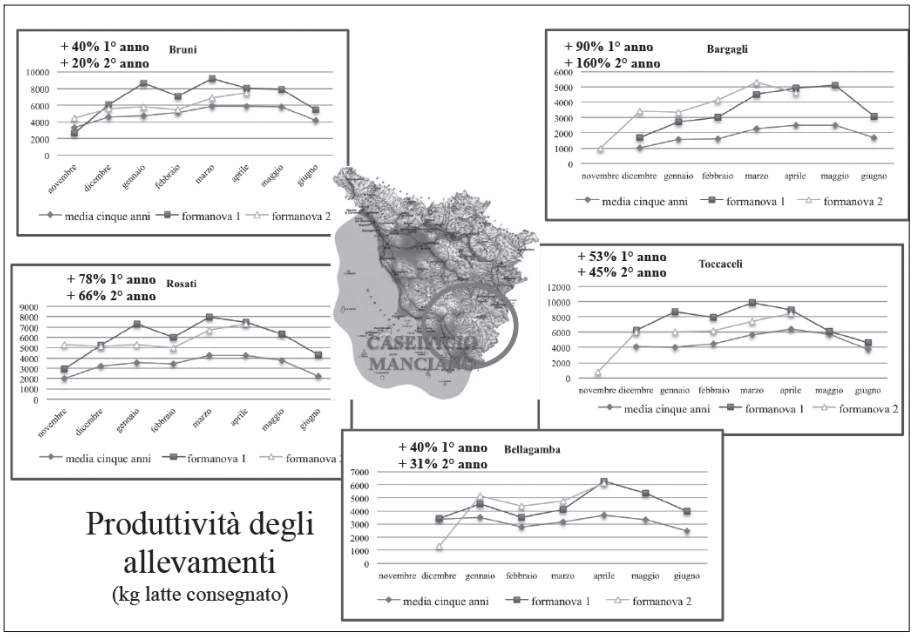


Fig. 5 *Incrementi di produzione del latte di alcuni allevamenti a Manciano Progetto FORMANOVA (dati non pubblicati)*

	Produttività/ capo adulto (kg latte anno)	Prezzo base (euro/kg)	Introito lordo (Euro / capo * anno)	Costo alimentazione (euro / capo * anno)	Reddività media lorda (euro / capo * anno)
ex ante	157	€ 0.80	€ 125.60	€ 103.20	€ 22.40
ex post	205	€ 0.85	€ 174.25	€ 139.20	€ 35.05

Tab. 3 *Incremento medio della produttività e della redditività aziendale Progetto FORMANOVA (dati non pubblicati)*

strative di che trattasi. Nella tabella 3 è riportata la sintesi (realizzata sui dai medi del biennio relativi a tutte le aziende controllate) del confronto (ex-ante versus ex-post), sia in termini di produttività media di latte per capo adulto (aumentata di circa il 30%), sia relativamente al prezzo base riconosciuto dal caseificio agli allevatori per la migliore qualità (più alto del 6,25%), sia riguardo all'introito medio annuo lordo per capo (che cresce di circa il 38%) come differenza fra ricavi lordi e costo dell'alimentazione per capo.

Nel corso del programma di trasferimento dell'innovazione sopra richiamato è stata colta anche l'occasione di valutare l'opportunità che, nelle aree collinari interne della Toscana meridionale più interessate dall'allevamento

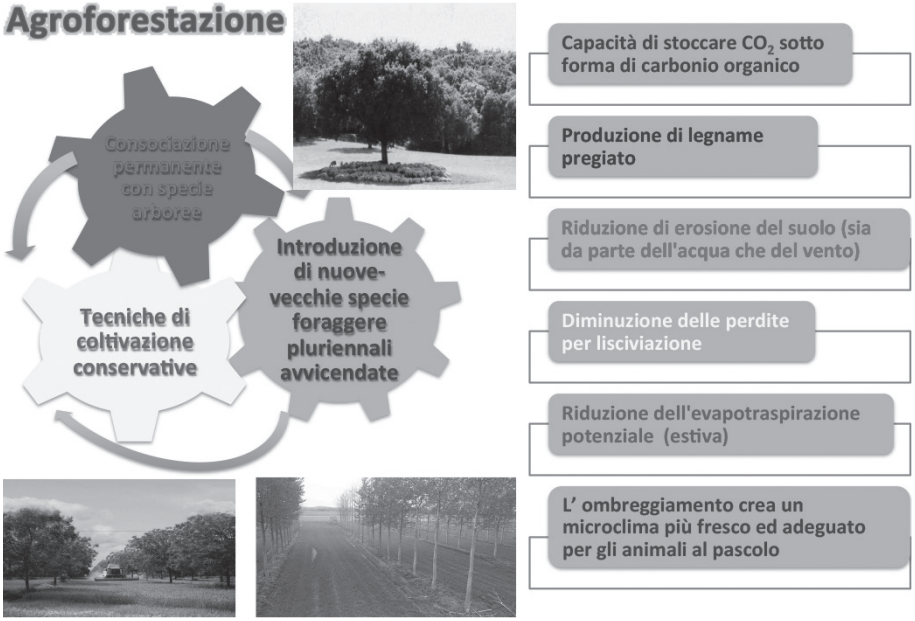


Fig. 6 *Gli elementi fondamentali delle prove di "agroforestazione"*

ovino, potesse risultare di un certo interesse anche l'introduzione dei moderni modelli di *agroforestazione* (fig. 6) che si stanno studiando e "mettendo a punto" in varie parti del mondo, soprattutto negli ambienti caratterizzati da climi caldo-aridi simili a quello mediterraneo. In ogni caso trattasi comunque di un *mix* di implementazioni tecniche e organizzative agro-silvo-pastorali basate sulla consociazione permanente fra specie erbacee e specie arboree e sulla introduzione in coltura di nuove/vecchie specie pluriennali avvicendate.

L'interesse sollevato dai modelli di *agroforestazione* a livello internazionale si basa soprattutto sulla capacità di questi sistemi produttivi di stoccare una discreta quantità di carbonio organico, di produrre legname pregiato, di ridurre adeguatamente l'erosione del suolo e contenere le perdite di nutrienti per lisciviazione, di ridurre l'evaporazione potenziale e – ancor più immediatamente – di creare un microclima più fresco e più adeguato per gli animali al pascolo (Eichhorn et al., 2006; Grünewald et al., 2007; Quinkenstein et al., 2009). I primi risultati di una ricerca impiantata in un oliveto adulto con una coltura pura di erba medica (*Medicago sativa*) e con un miscuglio oligofita da prato-pascolo (*Dactylis glomerata*, *Bromus catharticus*, *Medicago sativa e Trifolium brachycalycinum*) sono di assoluto interesse, sia relativamente alla produzione di sostanza secca, sia per il contenuto medio di proteine grezze presente nel foraggio.

	Costo €/t	% PG	€/PG (KG)	UFL	€/UFL
SOIA – FARINA ESTR. NO OGM	446	0.43	1.04	1.14	0.39
SOIA – INT. SCHIACCIATA	364	0.39	0.93	1.34	0.27
SOIA – INT. AUTOPRODOTTA	325	0.39	0.83	1.34	0.24
COTONE - SEMI	360	0.21	1.71	0.67	0.54
FAVINO - INTEGRALE	250	0.19	1.32	1.22	0.20
FAVINO – INT. AUTOPRODOTTO	172	0.19	0.91	1.22	0.14

Tab. 4 *Riduzione media del costo delle proteine e delle UF a livello aziendale anno 2013/2014 (Progetto FORCASEOMAREMMA)*

Ugualmente, nell'ambito dei programmi di trasferimento dell'innovazione sorretti dai finanziamenti previsti dal PSR della Toscana, è stato sollevato anche il problema di dover valutare adeguatamente la possibilità di indirizzare gli agricoltori della Toscana centro-meridionale (e le organizzazioni dei produttori e le cooperative) verso la costruzione – in stretta collaborazione con gli allevatori locali di pecore – di un'ipotesi originale di "sistema territoriale" di produzione integrata delle principali colture proteaginose e dei cereali normalmente usati per la razione alimentare degli ovini al pascolo, in grado di esaltare ancor più la "tipicità" e le origini "locali" del prodotto finale (da prati-pascolo e mangimi concentrati locali) e di permettere anche un deciso abbattimento dei costi medi dell'integrazione alimentare ordinariamente sostenuti dagli allevatori.

Le prime esperienze in proposito hanno riguardato sia la messa a punto della tecnica di semina (distanza fra le file e numero di piante a mq.) del favino, che è la più diffusa leguminosa da granella a ciclo autunno-invernale dell'area, sia – negli ambienti irrigui delle pianure grossetane – la scelta della più opportuna classe di precocità (dalla 00 alla 2) della soia destinata alla produzione granellare. I risultati produttivi conseguiti si riferiscono per adesso a un solo anno di attività, ma appaiono senz'altro degni fin da ora del massimo interesse e prospettano (tab. 4) interessanti opportunità di riduzione dei costi sostenuti dall'allevatore medio per l'integrazione proteica (€/kg di proteina grezza) e dell'intera razione alimentare (€/UFL) (Bonari et al., 2015).

FORAGGICOLTURA PLURIENNALE E PROBLEMATICHE AMBIENTALI IN MAREMMA

Nell'ambito delle valutazioni possibili a scala territoriale degli interventi – sia di carattere tecnico-agronomico che di natura socio-economica – che a vario livello appare opportuno prevedere per le aree interne della Toscana centro-

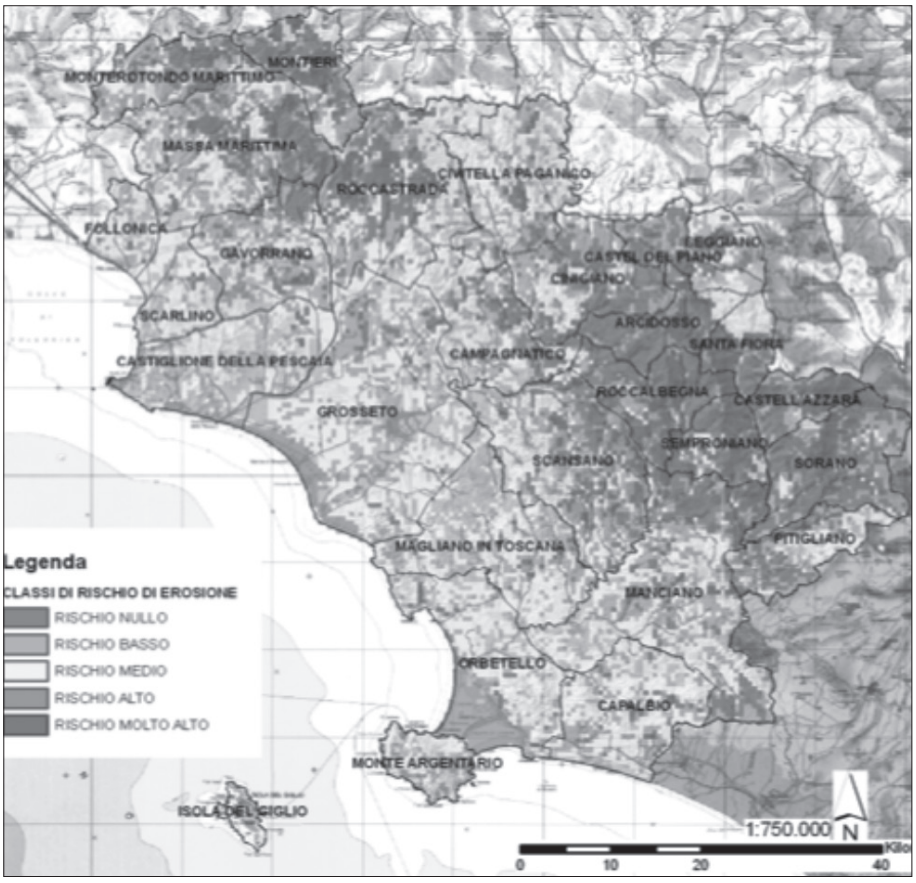


Fig. 7 *Carta dei rischi di erosione della provincia di Grosseto (Bonari e al., 2010)*

meridionale per aiutare il recupero "virtuoso" di una attività zootecnica basata sull'allevamento della pecora da latte e sulla produzione di un pecorino tipico DOP, emerge chiaramente la necessità di legare per quanto possibile l'evoluzione suggerita dei sistemi foraggeri con la possibile riduzione dei principali rischi agro-ambientali connessi con l'attività agricola quivi esercitata. In questo senso ci è apparso opportuno legare per i seminativi in questione (anche in termini di immagine per il consumatore dei prodotti locali) il possibile ruolo positivo che una foraggicoltura basata sull'introduzione progressiva di specie da prato-pascolo pluriennali, in sostituzione delle tradizionali colture arative annuali, potrebbe svolgere rispetto ai rischi di erosione del suolo. Partendo dai risultati di una nostra precedente indagine condotta sul territorio della Provincia di Grosseto pochi anni or sono (Bonari et al., 2010) e da un

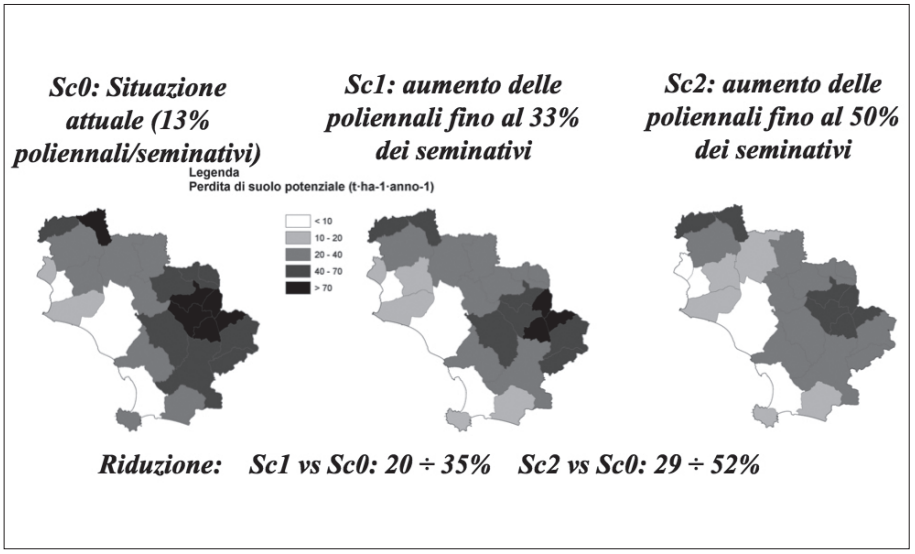


Fig. 8 *Riduzione potenziale della perdita di suolo (t/ha/anno) per scenari diversi, a scala comunale, in Provincia di Grosseto*

adeguato aggiornamento di alcuni dei più importanti parametri della stima dell'erosione (erosività delle piogge, fattore topografico e copertura vegetale) successivamente realizzato (Vallebona et al., 2014) abbiamo operato una simulazione in grado di quantificare con la massima approssimazione possibile il rischio annuale di perdita di suolo dai seminativi della provincia al crescere della superficie occupata dalle foraggere poliennali tramite l'equazione universale delle perdite di suolo (Wischmeier and Smith, 1978; Renard et al., 1991) (figg. 7-8).

Appare evidente che, introducendo negli avvicendamenti colturali, delle quote crescenti di foraggere poliennali (Sc1 e Sc2) al posto delle attuali (Sc0) colture arative annuali (rispettivamente fino a 1/3 o fino a 1/2 degli stessi seminativi), la stima della riduzione dei rischi di erosione del terreno per il territorio in questione evidenzia risultati positivi di notevole rilievo (rispettivamente: -20-35% e -29-52% rispetto alla situazione attuale).

Un ulteriore elemento di riflessione rispetto alla necessità di ancorare, nelle aree interne centro-meridionali della Toscana, l'ulteriore sviluppo di una ovinicoltura razionale – a sua volta basata sempre più sull'allestimento di una foraggicoltura e una cerealicoltura altrettanto moderne e sostenibili – scaturisce dai risultati di un'altra recente indagine direttamente

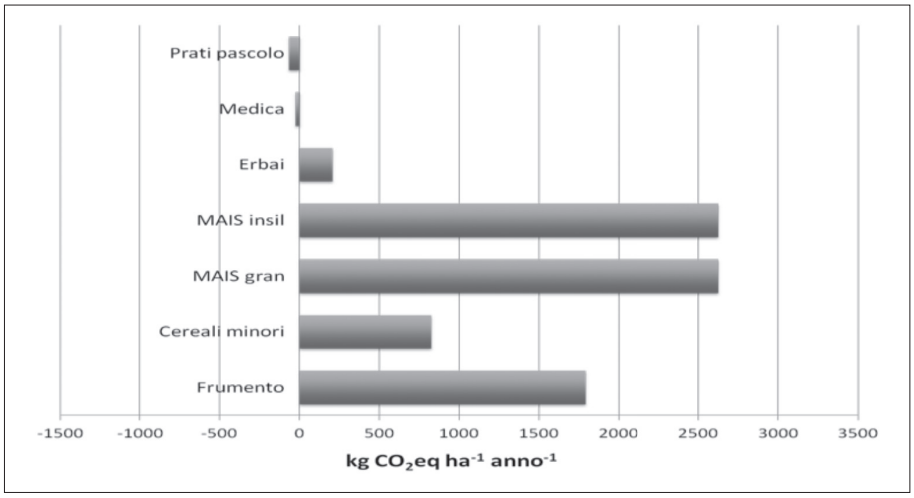


Fig. 9 *Bilancio netto delle emissioni per coltura in Toscana*

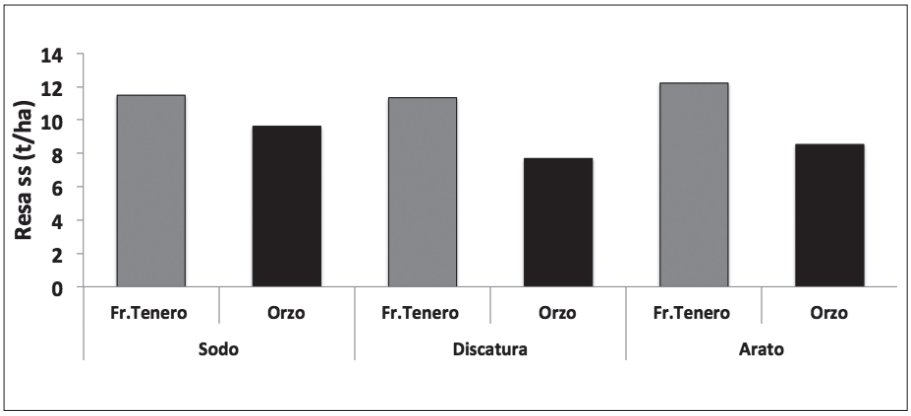


Fig. 10 *Resa dei cereali invernali in funzione della lavorazione/non lavorazione anno 2014 (Bonari et al., 2015)*

condotta in merito alla stima delle emissione di Gas-serra prodotte dalle differenti attività agricole (produzioni vegetali e animali) della Regione e dalla valutazione dei possibili suggerimenti da adottare nelle tecniche di coltivazione ordinariamente seguite dagli agricoltori dell'area (Bonari et al., 2012).

Dai dati rilevati e dalle successive elaborazioni fatte, appare manifesta (fig. 9) la maggiore quota di emissioni fatta registrare dalle colture annuali rispetto alle colture poliennali (prati pascolo oligofiti e prati monofiti di erba medica)

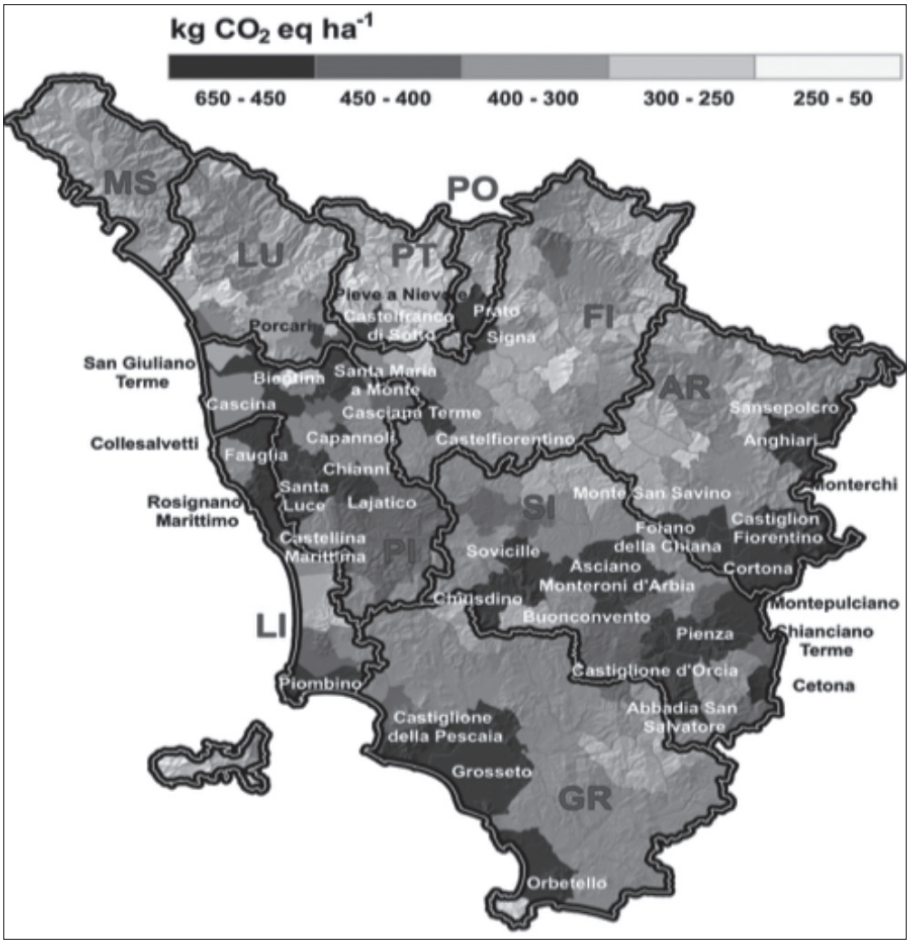


Fig. 11 *Stima delle riduzioni potenziali delle emissioni nette ottenibili con sistemi alternativi di gestione del settore agricolo in Toscana*

ma appare anche del tutto evidente la possibilità di conseguire una adeguata riduzione delle emissioni stesse agendo sia sulla concimazione minerale delle colture che sulle lavorazioni del terreno.

Una recentissima esperienza condotta nelle aree pianeggianti del comprensorio (fig. 10) ha permesso di registrare alcune risposte produttive dei cereali autunno-vernini destinati all'insilamento alla semina diretta (senza precedente lavorazione del terreno) a confronto con la preparazione semplificata del letto di semina (solo erpicatura con frangizzolle) rispetto alla tradizionale semina realizzata con la lavorazione del terreno con l'aratro e successive lavorazioni complementari.

Appare senz'altro evidente (fig. 11) come esista anche per l'agricoltura della nostra Regione – e in particolare nelle aree centro-meridionali di questa – uno spazio interessante da occupare nell'ambito del programma di riduzione delle emissioni di Gas-serra alla base del progetto di contrasto ai cambiamenti climatici (Bonari et al., 2012). Anche in questo quadro di riferimento complessivo, gli interventi allo studio per organizzare una moderna produzione foraggera per un allevamento ovino di qualità (recupero del pascolamento, razioni più equilibrate, foraggicoltura poliennale, integrazione proteica da produzioni locali, ecc.), rispettoso del benessere animale tanto quanto del risultato economico nella gestione dell'intera filiera e delle potenziali ricadute ambientali della produzione locale, sembrano offrire ulteriori interessanti chiavi di lettura. Rafforzare la tipicità della produzione enfatizzando anche il ruolo della tradizione e gli aspetti sociali a questa collegati, può senz'altro risultare più facile se a questa siamo in grado di abbinare una componente "ambientale" di conservazione del territorio e del paesaggio che i consumatori saranno indubbiamente in grado di apprezzare.

RIASSUNTO

Nella Toscana meridionale in particolare, l'allevamento ovino caratterizza numerose aziende delle aree collinari interne e costituisce ormai una filiera produttiva caratterizzata da un prodotto di qualità assolutamente riconosciuta. Recentemente, dalle indagini aziendali e dalle conseguenti valutazioni interdisciplinari (agronomiche, zootecniche ed economiche) effettuate è però apparsa evidente e urgente la necessità di procedere, adattandolo alle differenti realtà aziendali, a un significativo recupero funzionale della foraggicoltura nel suo complesso, delle tecniche di pascolamento razionale e, infine, ad un adeguamento della tecnica di alimentazione del gregge, nella direzione del miglioramento quanti-qualitativo del latte conferito, della riduzione dei costi di produzione e della riduzione dei rischi connessi all'erosione del terreno.

Le prime esperienze di "trasferimento dell'innovazione", direttamente condotte negli ultimi anni in alcune delle realtà aziendali rappresentative delle colline interne, hanno fatto registrare risultati di notevole interesse applicativo, sia per le aziende agro-zootecniche coinvolte che per le caratteristiche complessive del prodotto trasformato, sia per la concreta capacità di riduzione dei rischi agro-ambientali di vario genere che l'estensione delle superfici aziendali destinate a una foraggicoltura basata sui prati e sui prati-pascolo poliennali sembra evidenziare.

ABSTRACT

Forage cropping systems, rational sheep farming and land conservation in Tuscany's hilly inland areas. The dairy sheep breeding is the most spread farm type in the southern Tuscany.

The "Pecorino cheese" production chain is crucial for agricultural sector, particularly for inland areas. Moreover it is recognized as absolutely high-quality product. However, the farm surveys and the resulting interdisciplinary evaluations (agronomic, livestock and economic) which were recently carried out, highlighted the urgent need for efficient and innovative forage cropping techniques, to be based on the specific farm reality. In particular, a rational grazing approach, a proper feeding strategy and a sustainable forage cropping system are strictly required in order to reduce production costs and environmental risks such as soil erosion, while improving the quantity and quality of milk. The first experiences of "transfer of innovation", directly conducted in recent years in some of the most representative farms in the inland hills, showed major improvements both for the agro-livestock farms and dairy companies involved and for the overall characteristics of the transformed product. Moreover an environmental risk reduction was pointed out, this likely arises from the conversion of cultivated surfaces from cropland to grassland for forage production and from a rational use of fodder resource.

BIBLIOGRAFIA

Bonari E., Galli M., Balducci E., Debolini M., Marraccini E. (2009): *Competitività rurale: elementi di analisi e sfide progettuali. Conoscenza, innovazione & sviluppo*, in *Un futuro possibile per il sistema territorio della Provincia di Grosseto*, Isgrec Edizioni, Grosseto, pp. 89-181.

Bonari E., Debolini E., Galli M. (2010): *Agricoltura, gestione del suolo e rischi di erosione. Quali interventi possibili?*, in *Agricoltura e erosione del suolo in Toscana*, Felici Editore, Pisa, pp. 136-169.

Bonari E., Bosco S., Villani R. (2012): *Una valutazione delle emissioni nell'agricoltura Toscana*, "Sostenibilità dei sistemiagricoli toscani e promozione delle produzioni aridotte emissione di CO2" - Report Progetto SaTreGas.

Bonari E., Mantino A., Pellegrino E., Tozzini C. (2015): *L'intensificazione sostenibile dei sistemi cerealicolo foraggeri della Maremma toscana*, Atti di Convegno Progetto multimisura PIF - Valorizzazione latte di bufala e del latte vaccino della Maremma toscana, Grosseto, Italy.

Eichhorn M.P., Paris P., Herzog F., Incoll L.D., Liagre F., Mantzanas K., Mayus M., Moreno G., Papanastasis V.P., Pilbeam D.J., Pisanelli A., Dupraz C. (2006): *Silvoarable systems in Europe. Past, present and future prospects*, «Agroforestry Systems», 67, pp. 29-50.

FAO (2009): *How to Feed the World in 2050*, FAO Publ., Roma, Italy.

FAO (2011): *Food wastage foodprint - Impacts on natural resources*, Summary report, FAO Publ., Roma, Italy.

Godfray H.C.J., Beddington J.R., Crute I.R., Haddad L., Lawrence D., Muir J.F., Pretty J., Robinson S., Thomas S.M., Toulmin C. (2010): *Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People*, «Science», 327, pp. 812-818.

Grünewald H., Brandt B.K.V., Schneider B.U., Bens O., Kendzia G., Hüttl R.F. (2007): *Agroforestry systems for the production of woody biomass for energy transformation purposes*, «Ecol Eng», 29, pp. 319-328.

ISTAT (2012): VI Censimento Generale Agricoltura.

Lutz W., Sanderson W., Scherbov S. (2001): *The end of world population growth*, «Nature», 412, pp. 543-545.

PRETTY J. (2008): *Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence*, «Philos. T. R. Soc. B», 363, pp. 447-467.

QUINKENSTEIN A., JOCHHEIM H., SCHNEIDER B.U., HÜTTL R.F. (2009): *Modellierung des Kohlenstoff-haushalts von Pappel-Kurzumtriebsplantagen in Brandenburg*, in Reeg T., Bemmann A., Konold W., Murach D., Spiecker H. (eds), *Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftli- chen Flächen*, Weinheim, Wiley-VCH, 379 pp.

RENARD K.G., FOSTER G.R., WEESIES G.A., PORTER J.P. (1991): *RUSLE: Revised Universal Soil Loss Equation*, «J. Soil and Water Conservation», 46, pp. 30-33.

SOUSSANA J.F., TALLEC T., BLANFORT V. (2010): *Mitigating the greenhouse gas balance of ruminant production systems through carbon sequestration in grasslands*, «Animal», 4, pp. 334-350.

VALLEBONA C., PELLEGRINO E., MANTINO A., BONARI E. (2014): *Perennial forage as soil conservation measure: a case study in southern Tuscany*, XLIII Convegno Nazionale Società Italiana di Agronomia, Pisa, Italy.

WISCHMEIER W.H., SMITH D.D. (1978): *Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning*, «Agriculture Handbook», n. 537, USDA/Science and Education Administration, US. Govt. Printing Office, Washington, DC., 58 pp.

Finito di stampare in Firenze
presso la tipografia editrice Polistampa
nel novembre 2015