

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di AGRONOMIA ANIMALI ALIMENTI RISORSE
NATURALI E AMBIENTE

Dipartimento di TERRITORIO E SISTEMI AGRO-FORESTALI

CORSO DI LAUREA IN
SCIENZE E TECNOLOGIE ALIMENTARE

TESI DI LAUREA

TRANSIZIONE VERSO GLI ALIMENTI VEGETALI:
TENDENZE, MERCATO E SVILUPPI TECNOLOGICI

Relatore

Prof. Eugenio Pomarici

Correlatore

Dott.ssa Elena Maggio

Laureando: Filippo Squizzato

Matricola: n. 2014434

ANNO ACCADEMICO 2023-2024

INDICE

RIASSUNTO	3
ABSTRACT	4
CAPITOLO I: ASPETTI GENERALI	7
1.1 Tendenze di consumo e mercato dei prodotti plant-based	7
1.2 Fattori che influenzano le scelte dei prodotti vegetali	9
1.3 Percezione dei prodotti vegetali da parte dei consumatori	10
CAPITOLO II: AZIENDE LEADER NELLA TRANSIZIONE ALLA PRODUZIONE VEGETALE	13
2.1 Impatto economico della transizione vegetale	13
2.1.1 <i>Kioene</i>	14
2.1.2 <i>JBS</i>	16
2.1.3 <i>Tyson food</i>	19
CAPITOLO III: ALIMENTI VEGETALI SOSTITUTIVI	23
3.1 Materie prime	23
3.2 Lipidi	23
3.2.1 <i>Olio di cocco e oli vegetali trans-esterificati</i>	23
3.3 Carboidrati	24
3.3.1 <i>Carragenina</i>	25
3.3.2 <i>Amido</i>	25
3.4 Proteine	26
3.4.1 <i>Soia</i>	26
3.4.2 <i>Proteine del pisello</i>	28
CAPITOLO IV: TECNOLOGIE ALIMENTARI	31
4.1 Tecnologie alimentari classiche: l'estrusione	31
4.1.1 <i>Caratteristiche e modalità di utilizzo dell'estrusione</i>	31
4.2 Tecnologie alimentari innovative	33
4.2.1 <i>Pulsed Electric Fields (PEF)</i>	33
4.2.2 <i>Cold Plasma</i>	34
4.2.3 <i>High Pressure Processing</i>	35
CONCLUSIONI	37
BIBLIOGRAFIA	38
BILANCIO D'ESERCIZIO	40

RIASSUNTO

Negli ultimi anni, l'interesse verso i prodotti vegani è aumentato significativamente, spingendo molte aziende a rivedere e ampliare la loro offerta per includere alternative vegetali ai prodotti animali. Le catene della grande distribuzione organizzata stanno estendendo la loro offerta verso gli alimenti vegani. Molte aziende tradizionalmente focalizzate sui prodotti di origine animale stanno intraprendendo una transizione verso la produzione di alimenti a base vegetale. Tuttavia, i risultati sono variabili e sono stati analizzati attraverso i bilanci d'esercizio di alcune aziende, utilizzando la banca dati ORBIS. I principali sostituti della carne presente sul mercato (come burger vegetale, polpette, seitan o tofu) mirano a replicarne il gusto, la consistenza e il valore nutrizionale. Le materie prime hanno tutte un ruolo specifico nel sostituire i macronutrienti (lipidi, glucidi e protidi). I lipidi, come l'olio di cocco, giocano un ruolo cruciale nella consistenza e nel gusto. I carboidrati, come amido e carragenina, migliorano la texture e la stabilità del prodotto. Le proteine, principalmente soia e piselli, costituiscono la base strutturale e nutrizionale dei prodotti plant-based. In conclusione, il settore alimentare si sta evolvendo ed espandendo grazie a questa crescente domanda da parte dei consumatori di questi prodotti: si stanno infatti sviluppando nuove tecnologie di produzione che mantengano inalterate le caratteristiche organolettiche delle materie prime e offrano un prodotto sano, nutriente e sicuro.

ABSTRACT

In recent years, the interest in vegan product has increased significantly, promoting many companies to review and expand their offerings to include plant-based alternatives to animal products. The large retail chains are expanding their offerings towards vegan foods. Many companies traditionally focused on animal product manufacturing are now transitioning to plant-based food production. However, the results are variable and will be analysed through the companies' financial statements using the ORBIS database. The main meat substitutes on the market, such as veggie burger, meatballs, seitan, or tofu, aim to replicate the taste, texture and nutritional value of traditional meat. The raw materials used each play a specific role in replacing macronutrients (lipids, carbohydrates and proteins). Fats, like coconut oil, play a crucial role in texture and taste. Carbohydrates, such as starch and carrageenan, improve the texture and stability of the product. Proteins, mainly from soy and peas, constitute the structural and nutritional base of plant-based products. In conclusion, the food sector is evolving and expanding thanks to this growing consumer demand for these products. New production technologies are being developed to maintain the organoleptic characteristics of the raw material while offering a healthy, nutritious and safe product.

INTRODUZIONE

Entro il 2050, la popolazione mondiale è destinata a raggiungere i 9,7 miliardi di persone, determinando un significativo aumento della domanda di proteine¹. Attualmente, nei paesi sviluppati, la carne e i latticini rappresentano le principali fonti proteiche, con un consumo medio in continua crescita a livello globale. Tuttavia, la produzione di questi alimenti richiede ingenti risorse, tra cui terreni coltivabili, pascoli, mangimi per il bestiame e acqua. Questo scenario solleva serie preoccupazioni sulla sostenibilità del nostro sistema alimentare e sulla capacità di nutrire la popolazione mondiale senza danneggiare il pianeta.

In questo contesto, gli alimenti di origine vegetale emergono come un'alternativa promettente per soddisfare la crescente domanda di proteine in modo sostenibile e nutrizionalmente equilibrato. Le alternative vegetali attualmente disponibili sul mercato derivano principalmente dalla soia (tofu e tempeh) e dal glutine di grano (seitan). Tuttavia, l'innovazione nel settore alimentare ha permesso di sviluppare analoghi della carne, progettati per replicare la consistenza e le caratteristiche della carne tradizionale.

La richiesta sul mercato si sta modificando, la domanda e le preferenze sono sempre più varie ed è nota la tendenza di molti consumatori verso prodotti di origine vegetale non solo per motivi ambientali ma anche etici.

Alcune aziende, per adeguarsi a questo cambiamento del mercato hanno ampliato la propria offerta inserendo nella produzione prodotti plant-based.

La ricerca verso nuovi ingredienti che possano sostituire i vari componenti di cui è formata la carne è sempre più sviluppata e finanziata. Oltre all'utilizzo di alimenti vegetali poco conosciuti, si sono sviluppati tecniche di lavorazione alimentare che modificano la struttura di alimenti più classici come soia, piselli o grano rendendoli strutturalmente simili alla carne di origine animale. Questi sviluppi tecno-alimentari sono fondamentali per creare soluzioni alimentari sostenibili e che soddisfano le richieste dei consumatori in termini di gusto, consistenza e di apporto nutrizionale.

Lo scopo di questa tesi è quello di selezionare gli alimenti più utilizzati nella produzione di Plant-based meat analogue (PBMA), andando ad approfondire il tipo di utilizzo e il loro contributo nella composizione alimentare, analizzando anche le tecnologie di trasformazione

¹ Fonte: FAO (Food and Agriculture) <https://www.fao.org/>: istituto il cui obiettivo è garantire la sicurezza alimentare per tutti e assicurare che le persone abbiano un accesso regolare a cibo di alta qualità in quantità sufficiente per una vita attiva e sana

più adatte e più avanzate nell'industria alimentare. Oltre a questo, la ricerca ha preso in esame il bilancio d'esercizio di tre aziende produttrici di prodotti plant-based, andando a studiare come le prestazioni economiche sono variate negli anni.

L'elaborato composto da quattro capitoli, si apre con un inquadramento dei prodotti plant-based dal punto di vista del mercato e del consumatore, per poi proseguire, nel secondo capitolo con un'analisi economica per esaminare come alcune aziende abbiano affrontato questa nuova trend di consumo e come ciò abbia influenzato i loro bilanci d'esercizio nel corso degli anni. Nei successivi capitoli terzo e quarto, vengono analizzati gli elementi sostitutivi a quelli a base carne e le tecnologie alimentari innovative evidenziando i vantaggi nel loro utilizzo rispetto a quelle tradizionali.

CAPITOLO I: ASPETTI GENERALI

Alcuni ricercatori tedeschi hanno individuato tre macro-trend che, negli ultimi anni, stanno dominando il settore alimentare, portando i consumi in una nuova direzione. Oltre ai consumi, si stanno delineando anche nuove dinamiche produttive e politiche agricole rivolte alle aziende (Rützler, 2003).

Il primo macro-trend riguarda i prodotti a base vegetale: questi sono sempre più di tendenza sia come soluzione per le diete vegane, proponendo ricette che imitano la tradizione e riproducono un'idea di carne, sia come veri e propri sostituti di prodotti comuni (come, ad esempio, bevande vegetali in sostituzione del latte).

Il secondo trend è il “*glocalism*”: termine, che indica il rapporto tra prodotti locali e alimenti importati, che rappresenta un approccio necessario per capire quali alimenti importare valutando non solamente il prezzo, ma anche la disponibilità del prodotto a livello locale.

Il terzo trend è il *regenerative food*: metodo di produzione che limita le emissioni di gas serra e la dipendenza dai fertilizzanti sintetici, favorendo e mantenendo la vitalità del suolo. Questi alimenti vengono selezionati in base a come si adattano meglio alle condizioni locali e coltivati utilizzando conoscenze antiche e tecnologie innovative.²

1.1 Tendenze di consumo e mercato dei prodotti plant-based

Dal 2023, l'offerta nel mercato dei prodotti alimentari plant-based ha iniziato una crescita ulteriore, portando sempre più produttori ad offrire alternative alla carne. La previsione è che i prodotti a base di proteine vegetali diventeranno sempre più popolari, accompagnati da prodotti a base di frutta e verdura.

Secondo una ricerca condotta dall'Unione Italiana Food³, nel 2022 la crescita del settore plant-based è stata dell'8% rispetto al 2021, per un valore di 500 milioni di euro sul mercato complessivo e un aumento di volume di produzione del 2,8%. Crescono per il 12% i burger e i piatti pronti plant-based, mentre i gelati e dessert aumentano del 2,6%; per le bevande vegetali invece abbiamo una crescita più contenuta (+0,4%).

² Fonte: Il fatto alimentare (<https://ilfattoalimentare.it/veg-glocal-food-trend-futuro-rispondono.html>)

³ Unione Italiana Food (<https://www.unioneitalianafood.it/>): è la principale associazione di rappresentanza merceologica, che ha come obiettivo la valorizzazione e la tutela di aziende e prodotti.

Secondo la Good Food Institute Europa (GFI)⁴, le vendite in Italia di alimenti a base vegetale sono aumentate del 9% nel 2022, per un valore di 680 milioni di euro: con questi volumi d'affari, l'Italia ha ottenuto il terzo posto tra i paesi europei con più alto fatturato di prodotti alimentari di origine vegetale, preceduta solo dalla Germania e dal Regno Unito. Sempre secondo la GFI, le vendite dal 2020 sono cresciute del 21%, e i prodotti preferiti dagli italiani sono il latte, la carne e i piatti pronti.

Negli Stati Uniti la situazione si presenta diversamente. Secondo il Boston Consulting Group (BCG)⁵, dopo un boom registrato nel biennio 2019-2020, nel 2022 si è verificata una diminuzione dello 0,4% nelle vendite di prodotti alternativi alla carne, contro una crescita della produzione della carne tradizionale dell'8%. Il gruppo delle consulenze ha dichiarato che la decelerazione dei prodotti green era prevedibile, e le attribuisce al calo delle vendite al dettaglio nel 2020 in seguito alla pandemia Covid-19. Tuttavia, questo trend non si applica uniformemente. Nel 2022, il mercato statunitense delle proteine vegetali è cresciuto del 9%, mentre le vendite di prodotti lattiero-caseari alternativi sono aumentate del 12%, superando quelle tradizionali (+10%). Il latte vegetale refrigerato ha, infatti, registrato un aumento delle vendite dell'8%, e gli spalmabili alternativi, come la margarina, sono cresciuti dopo una contrazione nel 2021.⁶

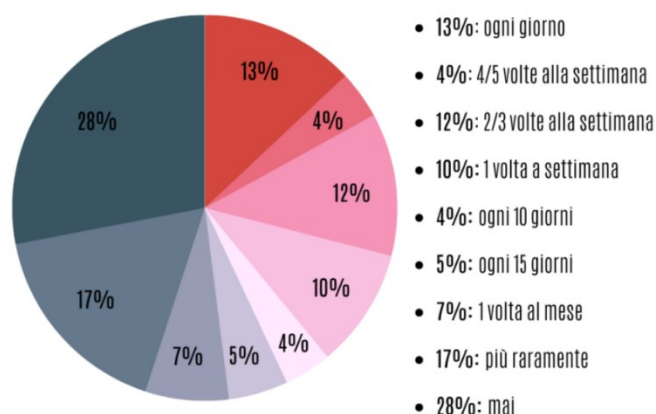
⁴ Good Food Institute Europe (GFI) (<https://gfieurope.org/>): Organizzazione internazionale che collabora con scienziati e aziende per promuovere e costruire in sistema alimentare sostenibile, promuovendo carne a base vegetale.

⁵ Boston Consulting Group (BCG) (<https://www.bcg.com/>): società di consulenza globale che collabora con i leader di aziende internazionali, creando strategie in base alle richieste ed esigenze di quest'ultime.

⁶ Fonte: il sole 24 ore (<https://www.ilsole24ore.com/art/plant-based-prodotti-proteici-vegetali-crescono-quota-500-milioni-AEdjnyDD>)

1.2 Fattori che influenzano le scelte dei prodotti vegetali

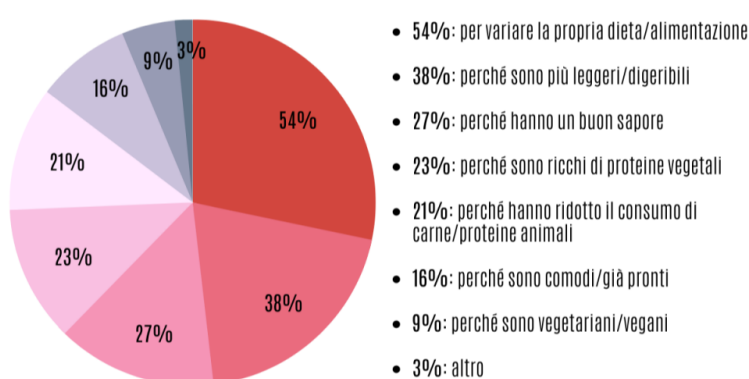
Il crescente acquisto di alimenti a base vegetale in Italia, che coinvolge ora circa 22 milioni di persone, rappresenta un cambiamento che interessa non solo i consumatori vegani e vegetariani, ma anche i flexitari, consumatori aperti, a modificare le proprie abitudini alimentari per bilanciare al meglio l'assunzione di prodotti animali e vegetali.⁷



Fonte: lodefood (<https://lodefood.com/prodotti-vegetali-in-gdo>)

Figura 1-Frequenza di consumo di prodotti vegetali da parte dei consumatori italiani

L'interesse nei confronti dei prodotti vegetali è motivato da diversi fattori: la ricerca di variare la propria dieta, una maggiore leggerezza e digeribilità di tali prodotti e il sapore gradevole che questi hanno.



Fonte: lodefood (<https://lodefood.com/prodotti-vegetali-in-gdo>)

Figura 2-Fattori che determinano il consumo di prodotti plant-based da parte degli italiani

⁷ Fonte: lodefood (<https://lodefood.com/prodotti-vegetali-in-gdo>)

I dati emersi da un'indagine di Bva Doxa⁸ su 300 consumatori, forniscono un quadro più dettagliato di come gli italiani hanno un interesse crescente verso questa nuova tendenza alimentare, offrendo preziose informazioni agli attori del settore food and beverage per adattare sviluppare i propri prodotti in base alle esigenze.⁹

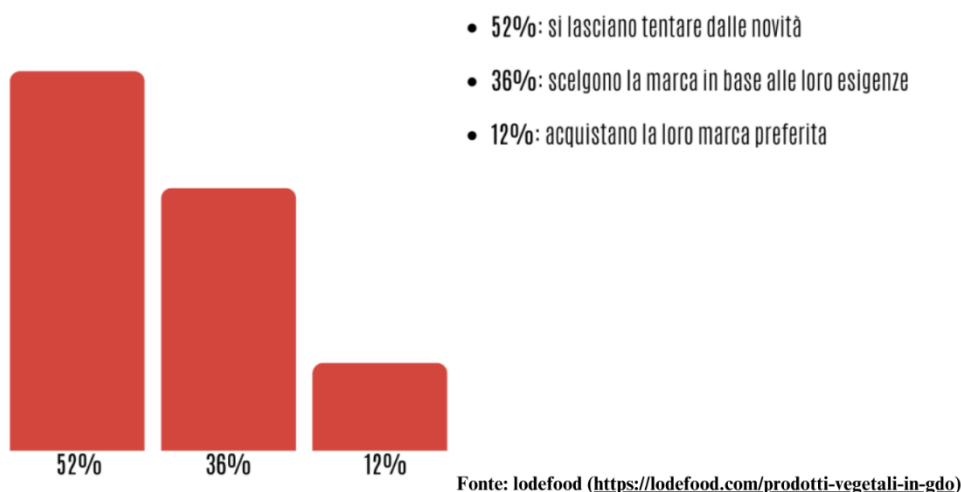


Figura 3-Comportamento d'acquisto degli italiani davanti gli scaffali con i prodotti plant-based

1.3 Percezione dei prodotti vegetali da parte dei consumatori

Negli ultimi vent'anni, c'è stato un aumento del 58% nella domanda di carne in vari paesi, soddisfacendo così le esigenze nutrizionali e organolettiche delle persone in tutto il mondo (Whitnall, 2019).

Tuttavia, la crescente consapevolezza dei rischi per la salute umana, l'ambiente e il benessere animale associati al consumo di carne ha portato a un profondo cambiamento negli atteggiamenti e nelle percezioni dei consumatori. Anche le convinzioni religiose hanno influito sul consumo di carne, contribuendo a una diminuzione in alcuni contesti (Sendhil, et al., 2024).

Nonostante, le Plant-based meat analouge (PBMA) siano considerate alternative più salutari e sostenibili rispetto alle carni, esiste una divisione di opinioni sui loro effettivi benefici per la salute.

⁸ BVA DOXA (<https://www.bva-doxa.com>): società che si occupa di ricerche di mercato in Italia e anche in Europa.

⁹ Fonte: lodefood (<https://lodefood.com/prodotti-vegetali-in-gdo>)

Queste incertezze derivano dal fatto che le PBMA subiscono una lavorazione intensiva per imitare le caratteristiche organolettiche e il profilo nutrizionale della carne.

Gli studi condotti per valutare le preferenze dei consumatori hanno impiegato diverse metodologie, incluse domande aperte, classificazione delle preferenze e una domanda di identificazione.

Nello specifico, un panel di 175 partecipanti, non del settore, ha valutato alla cieca diversi prodotti alternativi alla carne come: i burger preparati con proteine di piselli, di manzo, funghi e le proteine simili a carne animale. Dall'analisi dei risultati è emerso che gli hamburger fatti con la proteina simile alla carne animale è stato il prodotto preferito dal panel, seguito dall'hamburger di manzo. (Sendhil, et al., 2024)

Un esperimento condotto negli Stati Uniti, ha invece testato la preferenza dei consumatori verso hamburger 100% manzo, hamburger a base di proteine di piselli, burger fatti con proteine simili alla carne animale e burger misti (70% manzo e 30% funghi). In questo caso la maggior preferenza era verso hamburger di manzo. I consumatori hanno però mostrato anche una forte approvazione verso gli hamburger a base di proteine simili alla carne rispetto a quelli a base di proteine di piselli (Caputo, et al., 2023)

Le materie prime, le giuste formulazioni e i metodi di lavorazione e cottura dei prodotti sostituiti della carne sono gli aspetti su cui concentrare la ricerca perché sono determinanti per le caratteristiche organolettiche e l'accettazione dei consumatori.

Per esempio, il colore di questi prodotti tende a sbiadire a causa dell'esposizione alla luce o all'ossigeno, risultando poco invitanti; oppure il sapore può diventare sgradevole a causa dell'ossidazione dei grassi insaturi altamente presente nei prodotti proteici vegetali. Ricreare attributi come la struttura fibrosa, la morbidezza e la succosità della proteina muscolare animale risulta particolarmente impegnativo a causa del ridotto contenuto di acidi grassi saturi nei sostituti utilizzati (Sendhil, et al., 2024).

Negli anni la percezione e le preferenze dei consumatori dei PBMA stanno cambiando: queste scelte sono guidate da una maggiore consapevolezza della salute e dell'ambiente. Esse sono considerate più salutari, grazie a una minore presenza di grassi saturi e colesterolo e una presenza maggiore di fibre, vitamine e minerali; attraendo chi cerca, per esempio, di ridurre il rischio di malattie cardiache o diabete. Inoltre, questi prodotti sono percepiti come

più sostenibili, poiché hanno un'impronta ambientale minore rispetto alla produzione di carne animale. Infine, va sottolineata anche una scelta etica dei consumatori.

Complessivamente, la percezione e la preferenza dei consumatori verso i prodotti plant-based che sostituiscono i prodotti di origine animale sono in crescita, supportate da considerazioni sulla salute, sostenibilità e benessere degli animali (Sendhil, et al., 2024).

CAPITOLO II: AZIENDE LEADER NELLA TRANSIZIONE ALLA PRODUZIONE VEGETALE

L'interesse crescente verso i prodotti cosiddetti "veg" ha portato tante imprese ad adeguare la loro offerta. Nell'industria alimentare, ad esempio, sempre più marchi stanno ampliando la loro gamma con prodotti sostitutivi della carne e degli alimenti di origine animale, come il caso di Coca-Cola che ha lanciato il brand "AdeZ" nel segmento delle bevande vegane. Allo stesso modo, si stanno sviluppando burger vegetali che assomigliano sempre di più alla carne, come il filetto vegano della compagnia olandese Vivera, che ha ottenuto un grande successo con la vendita di circa 40.000 unità in una settimana (Martinelli, et al., 2021).

Le catene della Grande Distribuzione Organizzata (GDO) stanno ampliando la loro selezione di prodotti "veg", e sempre più spesso offrono linee specifiche a marchio del distributore. Anche nel settore della ristorazione, sia fast che tradizionale, si osservano comportamenti simili. McDonald's, ad esempio, ha lanciato il suo primo McVegan in Finlandia e Svezia nel 2017, mentre nella ristorazione sono sempre più diffusi menù completamente vegani o piatti pensati per soddisfare tutti i tipi di clientela (Martinelli, et al., 2021)

2.1 Impatto economico della transizione vegetale

Molte aziende, che avevano come unico scopo la produzione e vendita di prodotti di origine animale, hanno deciso di intraprendere una transizione di parte della produzione verso il settore degli alimenti a base vegetale che vanno a sostituire i prodotti a base di carne.

Non tutte le aziende hanno raggiunto un guadagno dalla produzione di alimenti alternativi alla carne, come vedremo nell'analisi dei bilanci d'esercizio che seguono.

I dati utilizzati sono stati estrapolati dai bilanci d'esercizio delle aziende, tramite la banca dati ORBIS¹⁰.

¹⁰ ORBIS: banca dati online, prodotta da Bureau van Dijk, contenente informazioni finanziarie, anagrafiche e commerciali di circa 180 milioni di società di capitale nazionali e internazionali (orbis.bvdinfo.com)

2.1.1 Kioene

L'azienda Kioene nasce nel 1888 come macelleria con il nome di Tonazzo e dopo un secolo nel settore della carne avvia una nuova attività, accanto all'industria esistente, di produzione di alimenti a base vegetale. Nel 1990 debutta con il marchio Bio-ene nei reparti dei prodotti surgelati, diventa Kioene nel 2014 e nel 2017 leader del mercato dei piatti pronti vegetali.¹¹

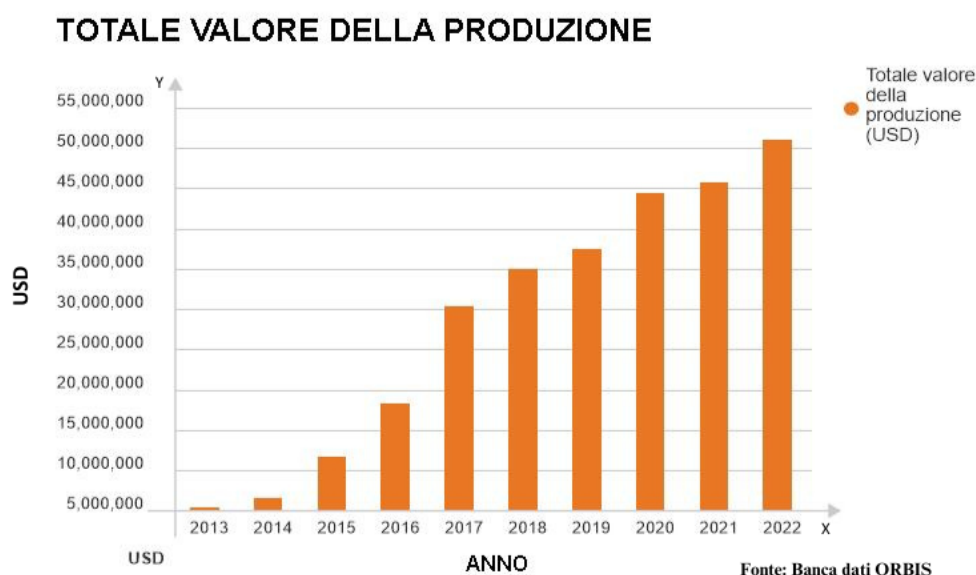
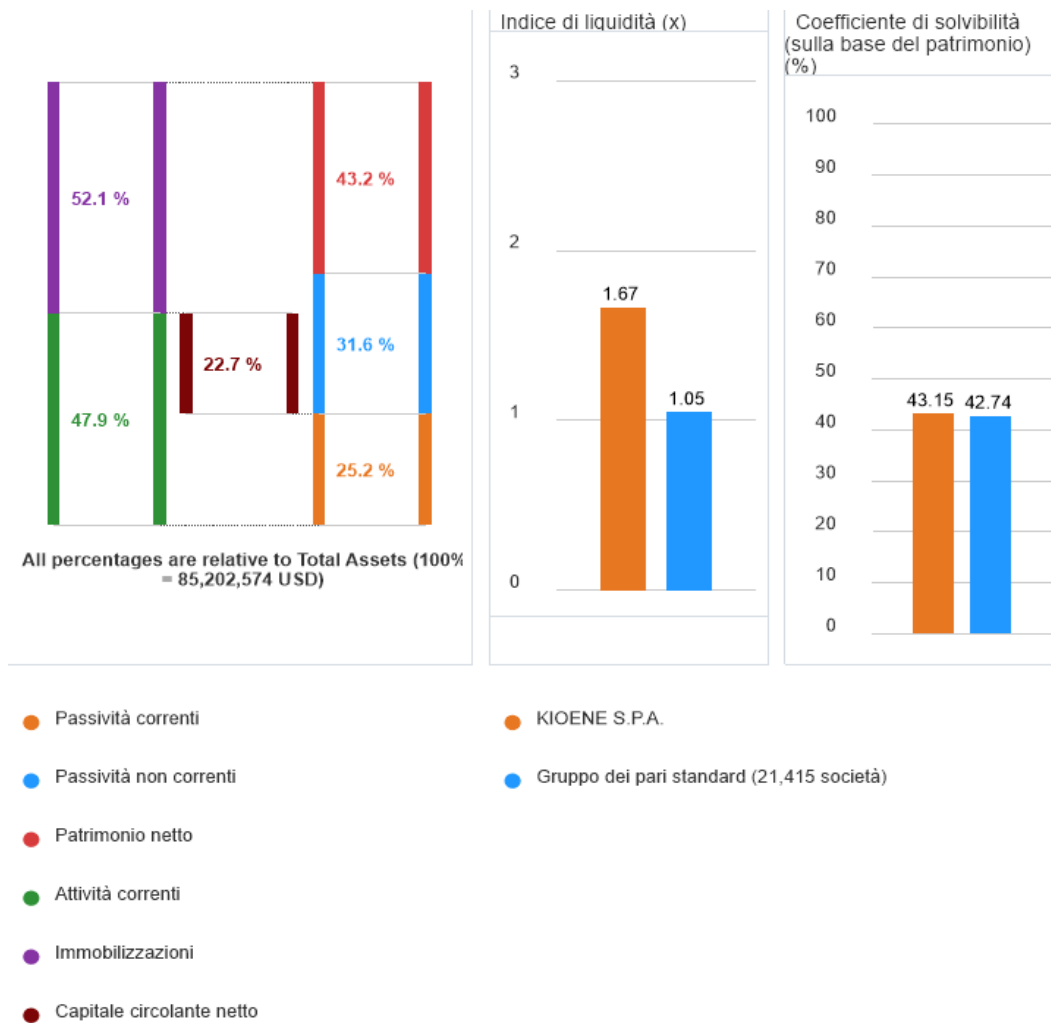


Figura 4-Totale valore della produzione (USD) Kioene S.P.A.

Nel grafico (fig.4), possiamo osservare un aumento, circa del 55%, del valore di produzione tra il 2015 e il 2016; seguito da un ulteriore aumento, circa del 66%, tra il 2016 e il 2017. Il massimo del valore della produzione, Kioene, lo raggiunge nel 2022 con 51.001.035 USD. Questo potrebbe essere correlato ai momenti chiave di cambiamento dell'azienda che diventa Kioene e si afferma come leader dei piatti pronti, introducendo nuovi prodotti sul mercato. Il valore continua a crescere in modo significativo anche negli anni successivi, con solo un leggero plateau negli anni segnati dalla pandemia di COVID-19.

¹¹ Fonte: Kioene (<https://www.kioene.com/about>)



Fonte: Banca dati ORBIS

Figura 5-Resoconto stato patrimoniale Kioene S.P.A.

In questo grafico (fig.5), nella prima parte, viene analizzato lo stato patrimoniale, il quale è un documento del bilancio che fornisce una panoramica generale sulla situazione finanziaria dell'azienda.

Nella parte sinistra vediamo le attività correnti e le immobilizzazioni, ovvero tutte le risorse economiche o investimenti che l'azienda impiega per svolgere le proprie attività produttive. Nella parte destra della prima immagine, invece, troviamo tutte le passività composte da correnti e non correnti e il patrimonio netto risultante dalla differenza tra attività e passività. Attività e passività devono essere sempre bilanciate, se così non fosse, significherebbe che sono stati investiti più fondi di quelli a disposizione e quindi l'azienda sarebbe in perdita. Il capitale circolante netto nel mezzo sta a indicare la liquidità di un'azienda, ossia la quantità

di denaro a disposizione per le attività quotidiane, ed è composto dalla differenza tra attività correnti e passività correnti.

Troviamo poi il coefficiente di liquidità, il quale indica una certa solidità finanziaria e la capacità dell'azienda di ripagare i debiti a lungo termine entro la scadenza utilizzando gli asset e il patrimonio netto: in questo caso, vediamo come Kioene abbia un valore superiore rispetto alla media del gruppo dei pari standard (21.415 società).

Troviamo poi il coefficiente di solvibilità, che indica la capacità dell'azienda di ripagare i debiti entro i termini di scadenza; anche in questo caso, il coefficiente è leggermente sopra la media.

2.1.2 JBS

L'azienda JBS è stata fondata da Jose Batista Sobrinho nel 1953 come un modesto impianto di lavorazione della carne bovina situato ad Anapolis, nello stato del Goiás, Brasile. Da allora ha conosciuto una rapida crescita trasformandosi in uno dei principali player globali nel settore alimentare, specializzandosi nella produzione di carne bovina, suina e di pollo, oltre ad altri prodotti correlati.

Nel corso degli anni 70, JBS ha avviato una strategia di espansione attraverso l'acquisizione di altre aziende in Brasile. Successivamente, l'azienda ha esteso la sua presenza espandendosi in America latina e Nord America.

Nel 2007 con l'acquisizione di Swift & Company negli Stati Uniti, si è posizionata come più grande produttrice di carne bovina al mondo. In Italia la troviamo con il marchio Rigamonti, azienda specializzata in bresaole.

Nel 2021, JBS acquisì l'azienda Vivera, il terzo più grande produttore di alimenti a base vegetale in Europa, noto per sviluppare e produrre una gamma diversificata e innovativa di prodotti a base vegetale come sostituti della carne. Vivera fornisce i suoi prodotti a importanti rivenditori in oltre 25 paesi europei, con una forte presenza nei mercati di Olanda, Regno Unito e Germania. Questa acquisizione ha rafforzato e potenziato la piattaforma globale di prodotti a base vegetale di JBS.¹²

¹² Fonte: JBS (<https://jbs.com.br/en/>)

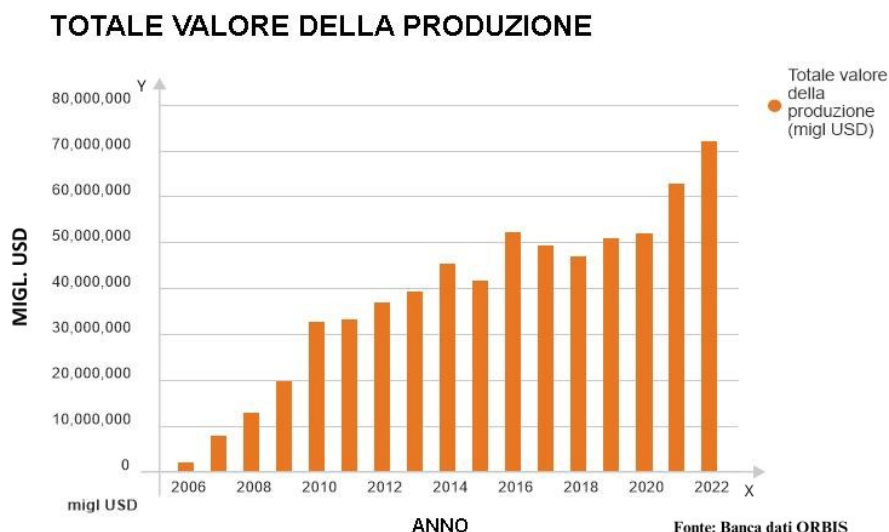
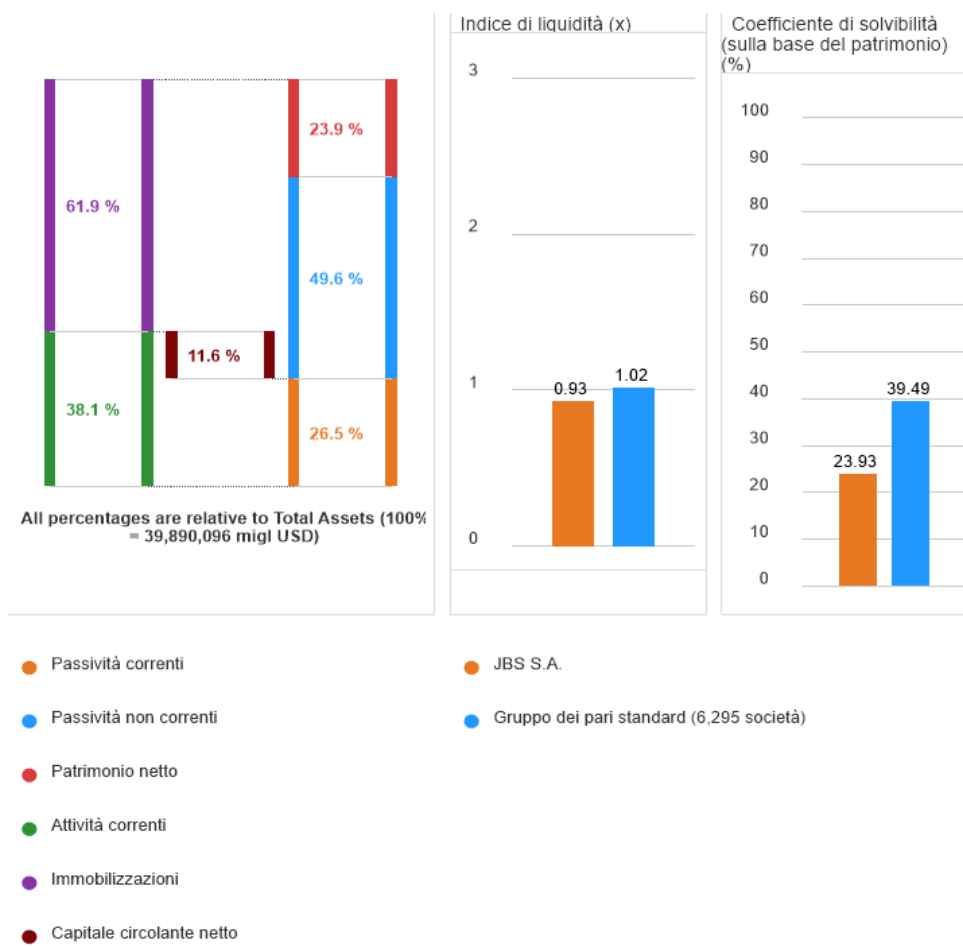


Figura 6-Totale valore della produzione (migl.USD) JBS S.P.A.

Nel grafico (fig.6), possiamo osservare come il valore totale della produzione dell'azienda JBS sia aumentato nel tempo. A differenza di Kioene, tuttavia, non c'è stata una crescita costante; infatti, vediamo come ci siano dei picchi di crescita seguiti da dei cali.

Possiamo notare, prima un calo dal 2014 al 2015 del 8% e seguito da una crescita del 25% fino al 2016, con successiva diminuzione del valore della produzione di circa il 10% tra il 2016 e il 2018, quest'ultimo potrebbe essere riconducibile a possibili controversie legali e mediatiche legate allo sfruttamento ambientale e ad alcuni investimenti non proficui sul mercato.

Nonostante la transizione verso i prodotti vegetali non sia stata di successo, non vi è una diminuzione del valore di produzione tra il 2020 e il 2022, anzi in questo biennio è stata registrata una crescita del 38%, arrivando a 72.161.905 migl. USD. Questo può essere spiegato dalla ripresa dell'economia dopo la pandemia da Covid e giustificato dalla supremazia nel mercato della parte dell'azienda specializzata nella produzione di prodotti di origine animale.



Fonte: Banca dati ORBIS

Figura 7-Resoconto stato patrimoniale JBS S.P.A.

In questo grafico (fig.7), nella prima parte, viene analizzato lo stato patrimoniale, il quale è un documento del bilancio che fornisce una panoramica generale sulla situazione finanziaria dell'azienda.

Nella parte sinistra vediamo le attività correnti e le immobilizzazioni, ovvero tutte le risorse economiche o investimenti che l'azienda impiega per svolgere le proprie attività produttive. Nella parte destra della prima immagine, invece, troviamo tutte le passività composte da correnti e non correnti e il patrimonio netto risultante dalla differenza tra attività e passività. Attività e passività devono essere sempre bilanciate, se così non fosse, significherebbe che sono stati investiti più fondi di quelli a disposizione e quindi l'azienda sarebbe in perdita. Il capitale circolante netto nel mezzo sta a indicare la liquidità di un'azienda, ossia la quantità di denaro a disposizione per le attività quotidiane, ed è composto dalla differenza tra attività correnti e passività correnti

Troviamo poi il coefficiente di liquidità, il quale indica una certa solidità finanziaria e la capacità dell'azienda di ripagare i debiti a lungo termine entro le scadenze utilizzando gli asset e il patrimonio netto; in questo caso, vediamo come JBS abbia un valore leggermente inferiore rispetto alla media del gruppo dei pari standard (6.295 società).

Troviamo poi il coefficiente di solvibilità, che indica la capacità dell'azienda di ripagare i debiti entro i termini di scadenza; anche in questo caso, il coefficiente è inferiore alla media. Questi due dati negativi potrebbero influenzare l'atteggiamento dei creditori e degli investitori, verso l'azienda.

2.1.3 Tyson food

Tyson food, con sede in Arkansas, è uno dei principali produttori mondiali nel settore di carne di pollo, manzo e maiale. È anche il principale esportatore di carne negli Stati Uniti. L'azienda ha introdotto nel mercato tre prodotti plant-based: un macinato, due tipi di salsicce e un hamburger al 100% con ingredienti vegetali e a base di proteine texturizzate del pisello con amido di tapioca.¹³

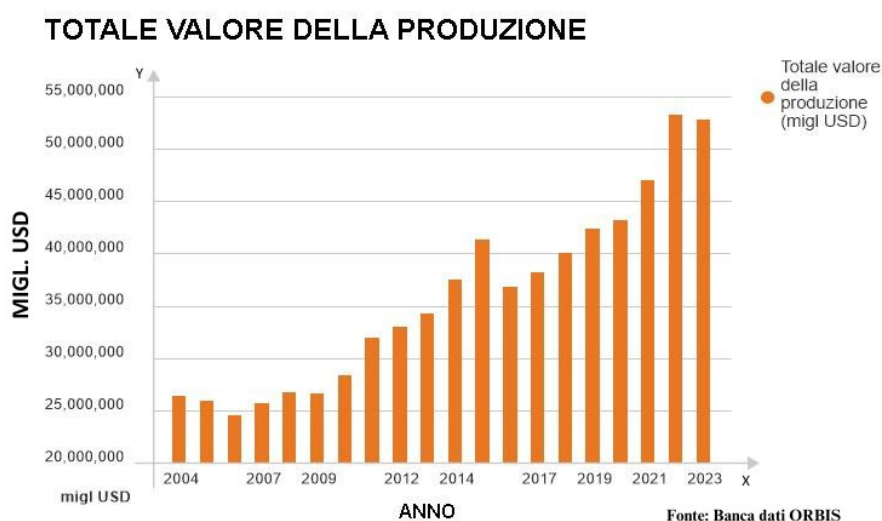
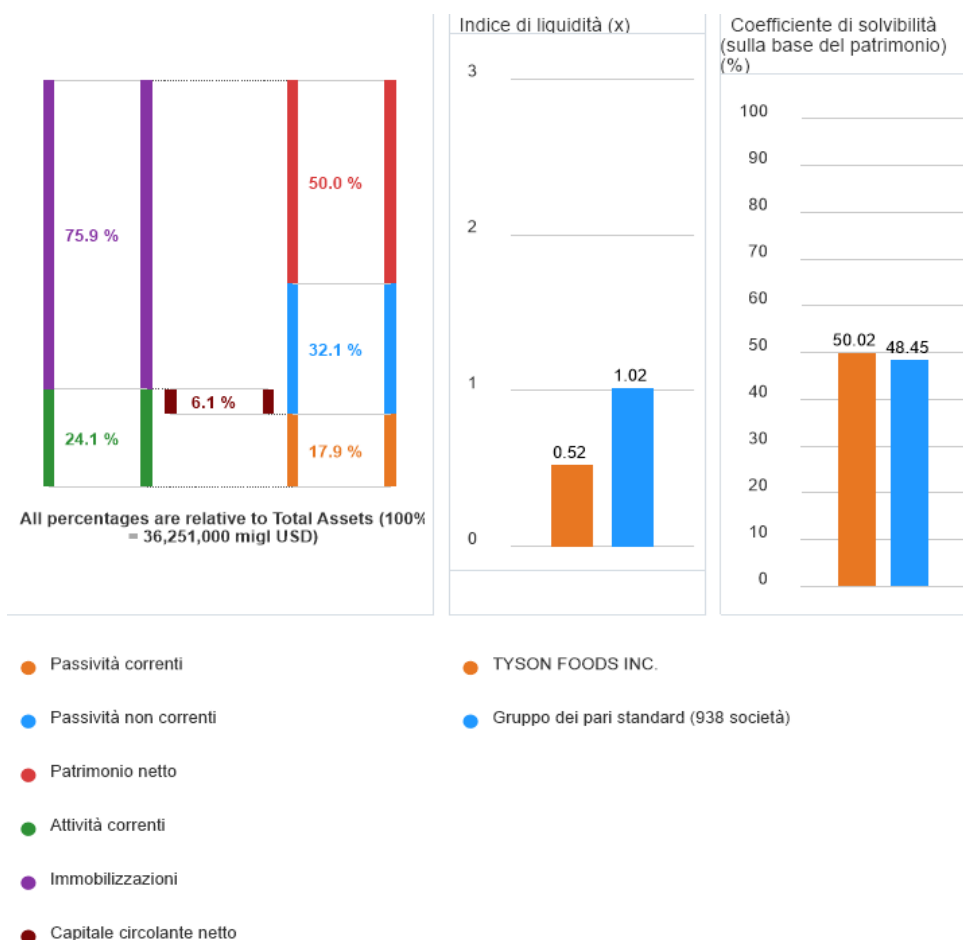


Figura 8-Totale valore della produzione (migl. USD) Tyson Food INC.

In questo grafico (fig.8), osserviamo come il valore totale della produzione abbia avuto una crescita fino al 2015 arrivando a un valore di 41.373.00 migl. USD, seguita da un calo nel 2016 di circa il 10%. Questo ha portato l'azienda a rivedere i propri investimenti e a cercare di riaffermarsi sul mercato attraverso l'acquisizione di AdvancedPierre Food.

¹³ Fonte: Tyson Food (<https://www.tysonfoods.com>)

Successivamente si dovrà aspettare il 2020 per vedere raggiungere lo stesso dato del 2015, da questo anno abbiamo un aumento del 23% circa toccando il picco di 53.282.000 migl. USD nel 2022; anno in cui l'azienda ha ricevuto importanti riconoscimenti a livello mondiale, come da parte del Meat Institute americano. Inoltre, a partire dal 2021, l'introduzione di prodotti plant-based ha sicuramente contribuito a questa crescita.



Fonte: Banca dati ORBIS

Figura 9-Resoconto stato patrimoniale Tyson Food INC.

In questo grafico (fig.9), nella prima parte, viene analizzato lo stato patrimoniale, il quale è un documento del bilancio che fornisce una panoramica generale sulla situazione finanziaria dell'azienda.

Nella parte sinistra vediamo le attività correnti e le immobilizzazioni, ovvero tutte le risorse economiche o investimenti che l'azienda impiega per svolgere le proprie attività produttive. Nella parte destra della prima immagine, invece, troviamo tutte le passività composte da

correnti e non correnti e il patrimonio netto risultante dalla differenza tra attività e passività. Attività e passività devono essere sempre bilanciate, se così non fosse, significherebbe che sono stati investiti più fondi di quelli a disposizione e quindi l'azienda sarebbe in perdita. Il capitale circolante netto nel mezzo sta a indicare la liquidità di un'azienda, ossia la quantità di denaro a disposizione per le attività quotidiane, ed è composto dalla differenza tra attività correnti e passività correnti.

Accanto a questo, troviamo l'indice di liquidità, che indica la capacità dell'azienda di far fronte a impegni a breve termine; in questo caso, vediamo come Tyson food abbia un valore molto inferiore rispetto alla media del gruppo dei pari standard (938 società).

Successivamente, troviamo il coefficiente di solvibilità, che indica la solidità finanziaria e la capacità dell'azienda di ripagare i debiti a lungo termine entro le scadenze utilizzando gli asset e il patrimonio netto; in questo caso, il valore è leggermente superiore alla media.

Questi due valori contrastanti indicano che, nonostante Tyson Food abbia un indice di liquidità negativo, è comunque in grado di far fronte alle passività a lungo termine senza troppe difficoltà grazie a un valore di solvibilità positivo.

Tuttavia, è importante gestire con precisione il capitale e l'efficienza dell'azienda per rispettare gli obblighi finanziari a breve termine.

CAPITOLO III: ALIMENTI VEGETALI SOSTITUTIVI

I principali sostituti della carne presenti sul mercato includono: burger vegetali, salsicce e wurstel vegetali, polpette vegetali, seitan e tofu, alternative al pesce a base di alghe-nori o altri prodotti vegetali che ne imitano il gusto. Questi prodotti offrono alternative che mirano a replicare gusto, consistenze e il valore nutrizionale della carne tradizionale (Panara, 2023).

3.1 Materie prime

I prodotti a base di vegetali sono composti dagli stessi tre principali gruppi nutrizionali che troviamo anche nella carne: carboidrati, proteine e lipidi; ognuno di questi ha un ruolo specifico nella composizione del prodotto finale. È sulle quantità e i tipi di questi tre gruppi di macronutrienti che si focalizza la ricerca per trovare la giusta formulazione che possa portare nelle tavole dei consumatori un prodotto che imiti e sostituisca completamente i prodotti di origine animale (Huang, et al., 2022).

3.2 Lipidi

I lipidi giocano un ruolo chiave nella consistenza, nella morbidezza, nella succosità e nel gusto dei prodotti plant-based. È importante determinare con attenzione la quantità di questi ingredienti poiché un eccesso di lipidi può avere un impatto negativo nel composto, rendendolo troppo unto e con un sapore sgradevole.

Di solito, questi alimenti contengono tra lo 0% e il 15% di olio vegetale. Tra i lipidi più comuni utilizzati ci sono l'olio di colza, l'olio di cocco, l'olio di girasole e l'olio di soia (Boukid, 2020).

3.2.1 Olio di cocco e oli vegetali trans-esterificati

Per imitare al meglio il ruolo dei grassi della carne, bisognerebbe utilizzare sia lipidi liquidi che solidi. Mentre la maggior parte degli oli vegetali, come soia, canola e colza, sono liquidi o viscosi a temperatura ambiente, il caso dell'olio di cocco è unico: ricco di acidi grassi a catena media, come l'acido laurico, e caratterizzato da una temperatura di fusione maggiore intorno ai 25 °C. Questa caratteristica lo rende un valido sostituto dei grassi animali fornendo le proprietà sensoriali e fisico-chimiche desiderate (Huang, et al., 2022).

Nei prodotti plant-based che imitano la carne potrebbero entrare in gioco anche gli oli vegetali modificati tramite idrogenazione e trans-esterificazione, che li trasformano in grassi solidi. Per esempio, è stata incorporata una miscela di oli completamente idrogenati ed oli di canola non modificati in una rete glutinosa proteica di soia per simulare le proprietà meccaniche dei grassi animali (Dreher, 2020). In alternativa, è stata anche utilizzata una miscela di oli vegetali trans-esterificati per produrre sostituti del grasso di carne suina. Tuttavia, è importante considerare che la manipolazione intensiva degli oli vegetali modificati potrebbe andare in contrasto con i principi di basso impatto ambientale che hanno i prodotti plant-based (Ospina-E, et al., 2010).

3.3 Carboidrati

I carboidrati impiegati nella formulazione di prodotti plant-based comprendono glucidi semplici come saccarosio e glucosio o polisaccaridi come amido, fibra, cellulosa. Nella maggior parte dei casi, questi ingredienti sono classificati come additivi alimentari con lo scopo di migliorare il gusto, la sensazione in bocca e l'aspetto dei prodotti (Huang, et al., 2022).

La densità calorica dei carboidrati (0-4 cal/g) è inferiore rispetto a quella dei grassi e alcuni tipi di carboidrati possono simulare morfologicamente le particelle di grasso, oppure contribuire alla consistenza e alle proprietà sensoriali legate ad esso.

In alcuni studi, vari sostituti dei grassi a base di carboidrati sono stati utilizzati nelle polpette di manzo a base vegetale, hamburger di manzo e analoghi delle salsicce di pollo (Brewer, 2012).

Per la maggior parte degli alimenti a base di carne macinata, le strutture originali delle cellule adipose e i tessuti sono rotti, e i componenti grassi dovrebbero comportarsi in modo più simile a quelli di origine animale.

Nei cibi emulsionati, la funzione principale dei grassi è quella di formare un'emulsione olio in acqua che influisce sulla consistenza e sulla stabilità della rete proteica. Alcuni carboidrati mostrano comportamenti simili ai solidi di olio vegetale, come olio di cocco, con temperatura di fusione termica simile a quelle dei grassi animali, con però una minore densità calorica (Huang, et al., 2022).

3.3.1 Carragenina

La carragenina, un gel termo-reversibile che si scioglie a circa 50 °C, è uno degli ingredienti utilizzati come sostituti dei grassi nella carne macinata di origine vegetale. In uno studio condotto da alcuni studiosi (Egbert, 1991), sono state formulate delle polpette di manzo a basso contenuto di grassi miscelate con l'aggiunta dello 0,5% di carragenina, il 10% di acqua, lo 0,4% di sale e lo 0,2% di proteine vegetali idrolizzate; queste avevano un sapore simile a quello della carne contenente grassi animali, e contenevano il 37% di calorie in meno rispetto alla carne macinata con il 20% di grassi (Huang, et al., 2022).

In un recente studio, la stampa alimentare 3D con ugello coassiale è stata utilizzata per combinare carragenina e glucomannano in diverse proporzioni con un isolato di proteine di soia, al fine di simulare le proprietà meccaniche della carne bovina. Nonostante l'alginato di sodio nella formulazione potesse favorire la formazione del gel tramite legami ionici, carragenina e glucomannano erano i principali responsabili del rafforzamento del gel, promuovendo la formazione di legami idrogeno.

La combinazione di carragenina e glucomannano (rispettivamente al 2,5% e 1,5%) non solo ha conferito proprietà meccaniche simili a quelle della carne bovina, ma ha anche migliorato la qualità del prodotto finale, riducendo la perdita di volume in cottura (Ozturk & Hamaker, 2023).

3.3.2 Amido

L'amido è un componente essenziale per la formazione di strutture fibrose simili alla carne e per conferire una sensazione di tenerezza al palato, agendo come legante. L'apertura, l'aggregazione e la formazione dei legami delle molecole proteiche sono fondamentali per la formazione di queste strutture fibrose; l'aggiunta di amido può modificare la capacità di ritenzione idrica, le proprietà di gelificazione, le proprietà emulsionanti, l'idrofobicità superficiale delle molecole proteiche e la consistenza del prodotto (Chen, 2022).

Le interazioni tra le molecole di proteine e amido coinvolgono forze elettrostatiche, legami idrogeno, interazioni idrofobiche e forze di Van der Waals e svolgono un ruolo chiave nella creazione delle strutture fibrose.

Tuttavia, è importante considerare che i componenti specifici dell'amido, come l'amilosio lineare e l'amilopectina ramificata presentano proprietà e caratteristiche termiche e reologiche, che possono influenzare le interazioni con le proteine durante l'estrusione (Chen, 2022)

3.4 Proteine

I vari ingredienti proteici costituiscono tra il 50% e il 95% della massa secca di un prodotto plant-based. Questi devono essere sottoposti a una serie di processi, come taglio, filatura, estrusione e congelamento, al fine di ottenere una struttura fibrosa simile alle proteine animali.

In genere, questo tipo di prodotti utilizzano spesso una miscela di proteine vegetali provenienti da diverse fonti botaniche. Proteine della soia, il glutine di frumento e le proteine dei piselli sono le prime tre scelte proteiche (Huang, et al., 2022).

Le proteine della soia sono una fonte proteica economica presentano un'alta quantità di aminoacidi e risultano molto digeribili; inoltre possiedono proprietà di gelificazione, la capacità di trattenere l'acqua ed azione emulsionante (Huang, et al., 2022).

Le proteine del grano favoriscono la formazione di strutture fibrose durante l'estrusione, aumentando i legami disolfuro (Huang, et al., 2022).

Anche le proteine di pisello hanno attirato molta attenzione come promettente sostituto degli ingredienti proteici tradizionali, grazie alla sua bassa allergenicità, alla sua natura non transgenica, all'alto valore nutrizionale e alla possibilità di essere coltivato in modo sostenibile. La proteina di pisello può essere considerata una proteina di alta qualità, grazie alla presenza di tutti gli aminoacidi essenziali, eccetto la metionina, e soddisfacendo le raccomandazioni della FAO (Huang, et al., 2022).

3.4.1 Soia

I prodotti di soia sono considerati una delle alternative più adatte ai prodotti a base di carne. La soia, rispetto ai legumi, presenta una ripartizione tra macronutrienti diversa, con un contenuto proteico fino al 35% e un apporto di grassi pari al 18%. Inoltre, contiene nutrienti essenziali e altri ingredienti funzionali, come isoflavoni, peptidi bioattivi, saponine e fitosteroli. Questi ingredienti sono solitamente usati come integratori alimentari per i loro effetti benefici sulla salute. (Anand Singh, et al., 2023)

Esiste una crescente evidenza per la quale i prodotti a base di soia abbiano un significativo potenziale terapeutico. Questi prodotti possono essere utilizzati come probiotici, per

alleviare problemi gastrointestinali, ridurre il colesterolo, prevenire malattie cardiovascolari e supportare trattamenti antibiotici. (Anand Singh, et al., 2023)

Il processo di fermentazione modifica le proprietà fisico-chimiche e migliora le caratteristiche organolettiche dei prodotti di soia. Inoltre, aumenta anche il valore nutrizionale e i benefici funzionali dei prodotti fatti di soia. (Anand Singh, et al., 2023)

Grazie all'elevato contenuto lipidico la soia permette la produzione di derivati non solo proteici ma anche con una significativa componente di grassi, sostituendo alimenti come formaggio e olio. (Watanabe & Kishi., 2001)

Tra i derivati commerciali della soia troviamo:

- Farina di soia: estratta dal seme della soia, è utilizzata come le normali farine, ma si differenzia per l'assenza di glutine.
- “Carne” di soia: ottenuta dalla lavorazione della farina di soia, viene usata come sostituta della carne di origine animale nei prodotti plant-based;
- Bevande vegetali di soia: alternative al latte animale;
- Miso: salsa vegetale usata nella cucina giapponese e ottenuta da una pasta di soia fermentata con acqua, sale e riso;
- Natto: simile al miso, è ricco di probiotici;
- Olio di soia;
- Tempeh: ottenuto dalla soia fermentata inoculata con un batterio (*Aspergillus oligosporus*); si presenta come un panetto rettangolare ed è utilizzato come sostituto della carne;
- Pane e pasta: prodotti ottenuti miscelando farina di soia e farina di frumento;
- Lecitina di soia: ricca di fosforo, acidi grassi insaturi e vitamine del gruppo B; viene utilizzata sia come integratore alimentare che come ingrediente emulsionante in alcuni prodotti come i gelati (Anon., 2002).

Uno studio iniziale ha esaminato l'estrusione dell'isolato di proteina di soia con amido di grano variando il contenuto di umidità e le temperature di cottura.

Si è scoperto che il contenuto di umidità era un fattore più influente rispetto alla temperatura di cottura, avendo un impatto maggiore sulle caratteristiche sensoriali del prodotto finale.

Un contenuto di umidità basso ha determinato un allineamento direzionale più marcato e valori superiori per le proprietà, come durezza e masticabilità (Lin, et al., 2006).

In un altro studio, è stata esaminata la formazione delle fibre e l'anisotropia nei prodotti attraverso la spettroscopia di polarizzazione della fluorescenza, piuttosto che con l'analisi convenzionale del profilo della texture, per misurare la formazione delle fibre in un analogo di carne estruso a base di proteine di soia. Il prototipo, processato a 95°C e 30rpm per 15 minuti, presentava anisotropia e texture paragonabili alla carne bovina cruda (Yao, et al., 2006).

Senza un componente come il glutine di frumento, che fornisce numerosi legami disolfuro intermolecolari e la formazione di una rete associata, le caratteristiche strutturali del campione si deterioravano significativamente a causa dell'indebolimento dei legami idrogeno e delle interazioni idrofobiche, oltre a una bassa quantità di legami disolfuro. Tuttavia, l'aggiunta di crusca di riso in concentrazioni superiori al 10% ha portato a un'espansione della struttura interna, necessaria nelle alternative alla carne. (Ozturk & Hamaker, 2023)

4.4.2 Proteine del pisello

I prodotti a base di carne trasformata sono, spesso, arricchiti con una vasta gamma di ingredienti per migliorarne le proprietà funzionali, il sapore e la consistenza. Le proteine del pisello hanno dimostrato di possedere delle buone qualità che le rendono adatte all'uso nella produzione di carne, sebbene possano influenzare alcune caratteristiche organolettiche (Boukid, et al., 2021).

Per esempio, l'aggiunta di proteine di pisello nelle polpette di manzo migliora la consistenza, grazie alla capacità di trattenere l'acqua, alla gelificazione e alla stabilità dell'emulsione. Tuttavia, durante la conservazione, si sviluppa un forte aroma rancido, assente nelle polpette con le proteine di riso (Baugreet, et al., 2016).

Nelle bistecche "ristrutturate", l'inclusione di proteine di pisello (8%) migliora il contenuto proteico, la consistenza e la masticabilità; anche in questo caso grazie alla capacità di legare l'acqua, i grassi e alle proprietà di gelificazione (Baugreet, et al., 2018).

Se invece combino transglutaminasi (2%), proteine di pisello isolate (8%), proteine di riso (9%) e farina di lenticchie (4%), si ha un impatto negativo sul colore (Coombs, et al., 2017).

Le condizioni di lavorazione per estrarre la proteina dai piselli sono fondamentali per ottenere le proprietà desiderate della proteina stessa e dei prodotti finali.

Si è dimostrato che il metodo di separazione, sia esso a secco o umido, comporta significative differenze nella solubilità, nell'assorbimento dell'acqua e nelle proprietà emulsionanti della proteina, influenzando di conseguenza i prodotti ottenuti.

Ad esempio, la proteina di pisello ottenuta tramite separazione a secco permette di creare analoghi di pepite di pollo con una struttura porosa e morbida, mentre la proteina di pisello separata in umido produce strutture più solide e dure. (Ozturk & Hamaker, 2023)

Fino ad ora, si è documentato solo l'uso delle proteine di pisello per aumentare il contenuto proteico nei prodotti a base di carne. Tuttavia, le attuali tendenze verso la sostituzione delle proteine animali con proteine vegetali aprono nuove possibilità. Questa applicazione risulta più complessa, poiché richiede proprietà emulsionanti e viscoelastiche per sviluppare texture simili a quelle della carne animale.

Attualmente, esistono diversi prodotti sul mercato realizzati con miscele di proteine vegetali provenienti da legumi e cereali, come quelli commercializzati dal marchio Beyond Meat (Boukid, et al., 2021).

Sono stati confrontati isolati di proteine di pisello e di soia con il glutine di frumento per formare strutture fibrose viscoelastiche tramite la strutturazione per taglio. Entrambe le proteine hanno prodotto materiali con bolle d'aria e strutture fibrose anisotropiche, ma la proteina di soia ha mostrato una maggiore anisotropia su un ampio intervallo di temperature. In conclusione, si può dire che, sebbene la proteina di pisello possa essere utilizzata nelle formulazioni di prodotti vegetali, il suo impiego differisce da quello della soia.

Altri ingredienti sono stati incorporati per migliorare le proprietà meccaniche e fisico-chimiche come, ad esempio, il concentrato di fibra d'avena utilizzato per ottenere strutture fibrose simili alla carne. Sebbene il concentrato di fibra di avena riducesse la resistenza strutturale, l'uso di una matrice di raffreddamento lunga ha invertito questa tendenza, producendo una struttura robusta. Le immagini micro-CT hanno rilevato che un basso concentrato di fibra di avena aumentava la capacità di trattenere l'acqua. Lo studio ha evidenziato l'importanza della matrice di raffreddamento e del potenziale di ingredienti aggiuntivi per migliorare la funzionalità delle strutture fibrose. (Ozturk & Hamaker, 2023)

CAPITOLO IV: TECNOLOGIE ALIMENTARI

Le tecnologie di trasformazione alimentare sono l'insieme delle tecniche e dei processi utilizzati per modificare le caratteristiche fisiche, chimiche e sensoriali delle materie prime alimentari, con l'obiettivo di creare prodotti finiti con specifiche proprietà organolettiche. Queste tecnologie comprendono vari metodi come la fermentazione, la pastorizzazione, l'essiccazione, la miscelazione e combinazione di ingredienti, così come l'uso di processi chimici ed enzimatici per ottenere prodotti alimentari sicuri, appetibili e adatti al consumo umano (Fadiji & Pathare, 2023).

4.1 Tecnologie alimentari classiche: l'estrusione

L'estrusione alimentare è un processo in cui una serie di ingredienti vengono spinti attraverso una matrice sagomata e tagliata in dimensioni specifiche da lame.

In senso più ampio, l'estrusione è una tecnologia di produzione industriale di deformazione plastica che consente di creare prodotti a sezione trasversale e costante. La macchina che forza la miscela attraverso lo stampo è chiamata "estrusore" e la miscela prende il nome di "estruso". Un estrusore è composto da una o più viti rotanti posizionate in un cilindro fisso, all'estremità del quale si trova l'apertura che dà forma al prodotto finale (Choton, et al., 2020).

4.1.1 Caratteristiche e modalità di utilizzo dell'estrusione

L'estrusione si può classificare in base al metodo operativo in "estrusione a freddo" o "estrusione a caldo" e in base al tipo di estrusore, ossia a singola o a doppia vite. Le elevate temperature e la pressione nel cilindro favoriscono la gelatinizzazione degli amidi, la denaturazione delle proteine, lo stiramento e la ristrutturazione dei componenti fibrosi e, nel caso dell'estrusione a bassa idratazione, l'espansione esotermica del materiale estruso (Choton, et al., 2020).

L'estrusione a doppia vite rappresenta una delle poche tecnologie ampiamente utilizzate nell'industrializzazione della carne vegetale. Essa si è dimostrata efficace nella produzione continua di massa di prodotti nutritivi, sicuri e sostenibili, con una consistenza morbida e una struttura fibrosa che sono in grado di soddisfare le esigenze dei singoli consumatori (Li, et al., 2024)

Lo stress termico e meccanico generato dalla rotazione della vite e dal riscaldamento del cilindro, promuove efficacemente l'aggregazione delle materie prime composte principalmente dalle proteine vegetali. Questo, a sua volta, favorisce la formazione di una struttura fibrosa anisotropica attraverso la matrice di raffreddamento; tutto il processo è influenzato da fattori come l'umidità, la temperatura, la pressione e la configurazione della vite nel cilindro chiuso (Li, et al., 2024).

Uno degli aspetti cruciali dell'estrusione è la velocità della vite, che può aumentare il tasso di taglio e ridurre la viscosità, migliorando la dispersione del fluido.

Oltre ai parametri operativi tradizionali (temperatura, velocità della vite e contenuto di umidità), l'uso di una vite appropriata costruita ad hoc variando il tipo di elementi utilizzati, può influenzare positivamente la struttura proteica e di conseguenza le proprietà delle miscele (Li, et al., 2024).

Attualmente, le proteine dei legumi sono la principale materia prima utilizzata per produrre PBMA (Plant-based meat analogue), grazie al loro basso costo e al loro alto valore nutrizionale.

Un test è stato fatto con due tipi di materie prima, nelle stesse condizioni di estrusione; gli estrusi di proteine della soia isolate hanno presentato una struttura più densa con migliori proprietà strutturali, mentre quelli di protidi di pisello contenevano più fibre (Jiang, et al., 2024).

L'aggregazione proteica è il motivo principale che spiega la formazione della struttura fibrosa. Le materie prime influenzano il grado di denaturazione e polimerizzazione delle proteine, mostrando differenze sulle proprietà strutturali degli estrusi. La maggior parte delle ricerche utilizza combinazioni ottimizzate di singole proteine per riuscire a superare i limiti di ognuno di queste se venissero usate da sole (Jiang, et al., 2024).

4.2 Tecnologie alimentari innovative

La lavorazione degli alimenti è fondamentale per trasformare le materie prime animali e vegetali in prodotti pronti per il consumo, con l'obiettivo di stabilizzarli e preservarne la qualità nel tempo.

Attualmente, i consumatori sono sempre più attenti non solo alle caratteristiche sensoriali degli alimenti, come consistenza, sapore, aroma, forma e colore, ma anche al loro valore nutrizionale; inoltre vengono ricercati, sempre di più, prodotti minimamente lavorati e privi di additivi.

Le tecnologie di conservazione tradizionale, come congelamento, refrigerazione, pastorizzazione e sterilizzazione, oppure metodi chimici come la riduzione del pH e l'uso di conservanti, sono state ampiamente utilizzate. Tra queste, i trattamenti termici sono i più comuni; tuttavia, l'utilizzo del calore può alterare le caratteristiche naturali degli alimenti e compromettere la qualità nutrizionale (Tao, et al., 2014).

Per rispondere alle crescenti esigenze dei consumatori, l'industria alimentare sta esplorando e implementando tecnologie innovative che possano garantire alimenti sicuri, freschi e nutrienti senza ricorrere all'uso del calore o dei conservanti chimici.

Tra queste tecnologie "emergenti" abbiamo l'High Pressure Processing (HPP), Pulsed Electric Fields (PEF) e Cold Plasma (CP), note anche come tecnologie verdi. Queste rappresentano una risposta promettente per migliorare la conservazione alimentare, ottimizzando, inoltre, la sicurezza alimentare e le caratteristiche organolettiche (Morales-de la Peña, et al., 2023).

4.2.1 Pulsed Electric Fields (PEF)

Il campo elettrico pulsato è una delle tecnologie non termiche più recenti e avanzate, caratterizzata da tempi di esposizione e aumento di temperatura significativamente inferiori rispetto ad altre tecniche non termiche.

Questa tecnologia mantiene inalterati: il valore nutrizionale, la freschezza, il colore e l'aroma dell'alimento, rendendola più efficiente, anche, delle tradizionali tecniche (Singh, et al., 2012).

Il PEF si basa sul rilascio di impulsi ad alta tensione (superiori a 20kV/cm); questi agiscono sull'alimento (solitamente liquido) posto in una cella tra due elettrodi. Questo trattamento avviene a temperatura ambiente, sub-ambiente o leggermente superiore, per tempi brevi (tra

gli 1 e 100 microsecondi) che permettono di minimizzare le perdite di energia dovute al riscaldamento della matrice alimentare (Odriozola-Serrano, et al., 2013).

L'inattivazione microbica avviene mediante la rottura delle membrane cellulari, causata dall'accumulo di cariche elettriche che porta al superamento del valore critico del potenziale di membrana (Odriozola-Serrano, et al., 2013).

Il PEF aumenta la permeabilità della struttura tissutale degli alimenti, migliorando la resa nei casi di estrazione del succo, mantenendo invariati i valori nutrizionali del vegetale estratto. Inoltre, se questa tecnica viene applicata a intensità moderata può stimolare la biosintesi di metaboliti secondari, aumentando la concentrazione di composti bioattivi (Morales-de la Peña, et al., 2023).

Nel caso della carne, viene aumentata la permeabilità: accelerando il processo di salagione e migliorando la penetrazione di aromi (Singh, et al., 2012).

Infine, la fermentazione viene favorita grazie alla facilità che hanno i microorganismi fermentativi di ottenere nutrimento e di degradare le strutture delle cellule, le quali vengono danneggiate durante la lavorazione con gli impulsi elettrici (Singh, et al., 2012).

4.2.2 Cold Plasma

La tecnica del plasma freddo è energeticamente efficiente ed è applicabile a prodotti alimentari sia solidi che liquidi, questa tecnologia non lascia residui e riduce i tempi di lavorazione rispetto alle tecnologie convenzionali.

Ogni stato della materia si trasforma applicando energia: da solido a liquido, poi a gas e infine a plasma. Il plasma freddo si classifica in due gruppi: plasma quasi-equilibrio (100-150°C) e plasma non equilibrio (meno di 60°C). Nel Cold Plasma (CP), l'energia aumenta le collisioni tra molecole, atomi ed elettroni, mantenendo l'energia come particelle attive per un breve periodo. Queste particelle possono reagire con le particelle alimentari, modificando la struttura (Oner, et al., 2023).

Il metodo più utilizzato è il plasma a Dielectric barrier discharge (DBD), che genera plasma tramite impulsi ad alta tensione in corrente alternata tra due elettrodi coperti da materiali isolanti come vetro, plastica, silicone o ceramica. Questa tecnica utilizza frequenze da 50 Hz a 1 MHz e diversi gas (He, N₂, O₂) ottenendo una distribuzione omogenea del plasma.

L'efficacia del trattamento dipende dalle condizioni di lavorazione, dalla fonte di plasma e dalla composizione del prodotto (Oner, et al., 2023).

Il trattamento con CP è utilizzato:

- Nella riduzione della carica batterica nei prodotti alimentari a base vegetale. Le specie attive del plasma danneggiano la parete cellulare e i componenti intracellulari dei batteri Gram-, con riduzioni significative osservate in *Citrobacter freundii* nel succo di mela ed *Escherichia coli* nei pomodori;
- Per i batteri Gram+, vengono danneggiati principalmente i componenti intracellulari con il DNA, senza causare la fuoriuscita cellulare. Ad esempio, nel riso integrale trattato con CP si è osservata una riduzione di circa 3_{\log} di *Bacillus cereus* e *Bacillus subtilis*. Il trattamento con CP ha anche ridotto i microrganismi aerobi nei semi di colza e disinfettato la superficie di frutta e verdura;
- È efficace nell'inattivazione degli enzimi, essenziale per la stabilità degli alimenti durante lo stoccaggio, tramite la denaturazione delle proteine. È stato dimostrato che il plasma DBD inattiva la perossidasi nell'acqua di cocco e riduce l'attività della polifenol-ossidasi e della perossidasi in vari prodotti vegetali;
- È stato testato nella rimozione degli allergeni dai prodotti vegetali, riducendo l'immunoreattività delle proteine della soia alterandone la struttura. (Oner, et al., 2023)

4.2.3 High Pressure Processing

Nella ricerca di nuovi metodi di lavorazione, l'applicazione della lavorazione ad alta pressione (HP) si è dimostrata una promettente alternativa ai trattamenti termici per garantire la sicurezza alimentare e minimizzare gli effetti della lavorazione sulle proprietà qualitative. Diversamente dal trattamento termico, un trattamento HP adeguato non compromette la qualità degli alimenti.

Inoltre, la tecnologia HP ha mostrato un potenziale significativo nel migliorare vari processi alimentari, come l'estrazione, il congelamento e lo scongelamento, oltre a modificare le proprietà fisico-chimiche degli ingredienti funzionali in alcuni alimenti (Janardhanan, et al., 2023).

Negli ultimi anni sono stati commercializzati vari ingredienti trattati con HP, tra cui succhi bevande, prodotti vegetali, ma anche carne e pesce. Questo metodo non solo inattiva

patogeni a temperatura ambiente mantenendo la qualità degli alimenti, ma permette anche di sviluppare nuovi prodotti (Tao, et al., 2014).

Una linea di produzione che utilizza il sistema ad alta pressione deve essere fornita di: camera di pressione, pompe e sistemi di controllo della pressione e temperatura. Solitamente la maggior parte di queste attrezzature sono sistemi batch, ideali per alimenti solidi e liquidi, mentre i sistemi semi-continui sono raccomandati per prodotti liquidi.

Prima del trattamento, gli alimenti devono essere confezionati in contenitori flessibili che si adattano alle variazioni di volume causati dalla pressurizzazione. Dopo il trattamento, il sistema viene depressurizzato e i prodotti vengono scartati e inviati al confezionamento finale. La durata del trattamento e l'efficacia dipendono dal tempo e dal fattore di carico del sistema. La pressione di lavoro, solitamente tra 50 e 1000 Mpa, è il fattore cruciale che determina il costo delle attrezzature e la loro durata di utilizzo. La pressione viene distribuita uniformemente e istantaneamente su tutto il prodotto, riducendo il tempo che si impiegherebbe utilizzando metodi termici. Tuttavia, si verifica un riscaldamento adiabatico, particolarmente significativo in alimenti ad alto contenuto lipidico (Tao, et al., 2014).

I materiali di confezionamento devono essere selezionati attentamente, sia per resistere alle pressioni elevate, sia per garantire la giusta protezione al prodotto nella sua vita commerciale. In genere, i polimeri sono i più adatti, spesso implementati con rivestimenti inorganici o metallizzati per preservare la qualità del prodotto durante la conservazione (Tao, et al., 2014).

CONCLUSIONI

Negli anni gli alimenti a base vegetale sostituti della carne animale hanno rafforzato la loro posizione sul mercato in seguito ai cambiamenti nelle tendenze di consumo e nelle preferenze dei consumatori, che hanno sviluppato una percezione sempre più positiva verso questi prodotti alternativi apprezzati anche da coloro che seguono diete onnivore. Questa transizione non solo riflette un cambiamento nei comportamenti alimentari, ma rappresenta anche una significativa opportunità economica per le aziende del settore alimentare. Dall'analisi dei bilanci d'esercizio delle principali aziende produttrici di questi prodotti, è emerso come queste aziende siano state in grado di diversificare la loro offerta di prodotti e di investire nella ricerca e sviluppo per migliorare la qualità dei prodotti a base vegetale. L'impatto economico è notevole e sta contribuendo a creare un mercato sempre più sostenibile capace di rispondere alle nuove richieste.

Lo studio ha anche analizzato le materie prime utilizzate, concentrandosi sui macronutrienti come lipidi, carboidrati e proteine. Ha dimostrato che l'uso di questi alimenti può fornire ingredienti funzionali in grado di replicare le caratteristiche strutturali e sensoriali della carne. Tutti gli alimenti approfonditi danno il loro contributo per imitare il comportamento dei tessuti connettivi, dei grassi, delle proteine, del colore e del sapore dei prodotti di origine animale.

Infine, l'analisi delle tecnologie alimentari, dalle tecniche più classiche come l'estrusione a quelle più innovative evidenzia come, senza queste, le materie prime prese in esame sarebbero inutilizzabili o non contribuirebbero allo stesso modo nei PBMA. Per questo, si rende chiaro, come l'innovazione tecnologica sia l'elemento chiave per migliorare la qualità e la sostenibilità di questi prodotti.

Il futuro degli alimenti a base vegetale appare promettente, con un potenziale significativo per trasformare il sistema alimentare globale. Le aziende e i ricercatori dovranno continuare a collaborare e sarà questa cooperazione la chiave per promuovere lo sviluppo di questi prodotti.

BIBLIOGRAFIA

- Anand Singh, T. et al., 2023. Hawaijar – An ethnic vegan fermented soybean food of Manipur, India: A comprehensive review.. *Food Research International*, Volume 170.
- Anon., 2002. *Tutto su... la soia*. s.l.:Red Edizioni.
- Baugreet, S. et al., 2018. Physicochemical characteristics of protein-enriched restructured beef steaks with phosphates, transglutaminase, and elasticised package forming.. *Journal of Food Quality*.
- Baugreet, S. et al., 2016. Development of novel fortified beef patties with added functional protein ingredients for the elderly.. *Meat Science*, Volume 122, pp. 40-47.
- Boukid, F., 2020. Plant-based meat analogues: From niche to mainstream.. *European Food Research and Technology*, Volume 247, p. 297–308.
- Boukid, F., Rosell, C. M. & Castellari, M., 2021. Pea protein ingredients: A mainstream ingredient to (re)formulate innovative foods and beverages. *Trends in Food Science and Technology*, Volume 110, pp. 729-742.
- Brewer, M. S., 2012. Reducing the fat content in ground beef without sacrificing quality: A review.. *Meat Science*, Volume 91, pp. 385-395.
- Caputo, V., Sogari, G. & Van Loo, E., 2023. Do plant-based and blend meat alternatives taste like meat? A combined sensory and choice experiment study¹. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 45(1), pp. 86-105.
- Chen, Q. Z. J. Z. Y. K. D. L. & W. Q., 2022. Protein-amylose/amylopectin molecular interactions during high-moisture extruded texturization toward plant-based meat substitutes applications.. *Food Hydrocolloids*, Volume 127.
- Choton, S. et al., 2020. Extrusion technology and its application in food processing: A review.. *The Pharma Innovation*, Volume 9, pp. 162-168.
- Coombs, C. E. O. et al., 2017. Long-term red meat preservation using chilled and frozen storage combinations: A review.. *Meat Science*, Volume 125, pp. 84-94.
- Dreher, J. B. C. T. N. G. M. & W. J., 2020. Formation and characterization of plant-based emulsified and crosslinked fat crystal networks to mimic animal fat tissue.. *Journal of Food Science*, Volume 85, pp. 421-431.
- Egbert, W. R. H. D. L. C. C. M. & D. D. P., 1991. Development of low-fat ground-beef.. *Food Technology*, Volume 45, pp. 64-73.
- Fadji, T. & Pathare, P., 2023. Technological Advancements in Food Processing and Packaging. Volume 11.
- Huang, M. et al., 2022. Use of food carbohydrates towards the innovation of plant-based meat analogs.. *Trends in Food Science and Technology*, Volume 129, pp. 155-163.
- Janardhanan, R., Huerta-Leidenz, N., Ibañez, F. C. & Beriain, M. J., 2023. High-pressure processing and sous-vide cooking effects on physicochemical properties of meat-based, plant-based and hybrid patties.. *LWT*, Volume 173.
- Jiang, W., Feng, J., Yang, X. & Li, L., 2024. Structure of pea protein-based complexes on high-moisture extrusion: Raw materials and extrusion zones.. *LWT*.

- Li, D. et al., 2024. The study of numerical simulation and texture of soybean protein based on high moisture extrusion with different screw elements.. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, p. 92.
- Lin, S., Huff, H. & Hsieh, F., 2006. Extrusion process parameters, sensory characteristics,. *Journal of Food Science*, Volume 67, pp. 1066-1072.
- Martinelli, E., Canio, F. D. & Nardin., G., 2021. Perché consumare cibo vegano? Una scelta etica e spirituale, non salutistica.. *Micro & Macro Marketing, Rivista quadrimestrale"*, pp. pp. 173-193.
- Morales-de la Peña, M., Arredondo-Ochoa, T., Welte-Chanes, J. & Martín-Belloso, O., 2023. Application of moderate intensity pulsed electric fields in red prickly pears and soymilk to develop a plant-based beverage with potential health-related benefits.. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, Volume 88.
- Odrizola-Serrano, I., Aguiló-Aguayo, I., Soliva-Fortuny, R. & Martín-Belloso, O., 2013. Pulsed electric fields processing effects on quality and health-related constituents of plant-based foods.. *Trends in Food Science and Technology*, Volume 29, pp. 98-107.
- Oner, M. E. et al., 2023. Efficacy of cold plasma technology on the constituents of plant-based food products: Principles, current applications, and future potentials.. *Food Research International*, Volume 127.
- Ospina-E, J. C., Cruz-S, A., Pérez-Álvarez, J. A. & Fernández-López, J., 2010. Development of combinations of chemically modified vegetable oils as pork backfat substitutes in sausages formulation.. *Meat Science*, Volume 84, pp. 491-497.
- Ozturk, O. K. & Hamaker, B. R., 2023. exturization of plant protein-based meat alternatives: Processing, base proteins, and other constructional ingredients.. *Future Foods*.
- Panara, M., 2023. *La rivoluzione dell'hamburger, dalla carne al vegetale. Il caso Kioene*. s.l.:posteditori.
- Rützler, H., 2003. *Food Report*. s.l.:gvpravis.
- Sendhil, R. et al., 2024. Consumer perception and preference toward plant-based meat alternatives – Bibliometric trends and policy implications.. *Food and Humanity*, Volume 2.
- Singh, P. K., Kumar, S., Kumar, P. & Bhat, Z., 2012. Pulsed Light and pulsed electric field-emerging non thermal decontamination of meat.. *American Journal of Food Tecnology*.
- Tao, Y., Sun, D. W., Hogan, E. & Kelly, A. L., 2014. High-Pressure Processing of Foods: An Overview.. *Emerging Technologies for Food Processing*, pp. 3-24.
- Watanabe, T. & Kishi., A., 2001. *Il libro della soia*. s.l.:Edizioni Mediterranee.
- Whitnall, T. & P. N., 2019. Global trends in meat consumption.. *Agricultural Commodities*, Volume 9, pp. 96-99.
- Yao, G., L. K. & Hsieh, F., 2006. A new method for characterizing fiber formation in. *Journal of Food Science*, Volume 69, pp. 303-307.

BILANCIO D'ESERCIZIO

Bilancio d'esercizio (2013-2022), Kioene S.P.A.

Bilancio d'esercizio (2006-2022), JBS S.P.A.

Bilancio d'esercizio (2004-2023), Tyson Food INC.