



MEZZI E METODI PER RIDURRE GLI SPRECHI ALIMENTARI NELLA FABBRICAZIONE DI PRODOTTI A BASE DI FARINA



## MEZZI E METODI PER RIDURRE GLI SPRECHI ALIMENTARI NELLA FABBRICAZIONE DI PRODOTTI A BASE DI FARINA

Materiale edito all'interno del progetto  
"Metodi per ridurre gli sprechi alimentari nei prodotti farinacei sviluppando le  
competenze specifiche di specialisti del settore - Stop Waste to VET"  
Progetto Nr: 2021-1-RO01-KA220-VET-000028008







# **MEZZI E METODI PER RIDURRE GLI SPRECHI ALIMENTARI NELLA FABBRICAZIONE DI PRODOTTI A BASE DI FARINA**

Materiale edito all'interno del progetto

“Metodi per ridurre gli sprechi alimentari nei prodotti farinacei sviluppando  
le competenze specifiche di specialisti del settore - Stop Waste to VET”

Progetto Nr: 2021-1-RO01-KA220-VET-000028008



**Coordinatore:**

**ROMPAN - THE ROMANIAN EMPLOYERS' ASSOCIATION OF THE  
MILLING, BAKERY AND FLOUR BASED PRODUCTS INDUSTRY**

**Ec. Aurel POPESCU – ROMPAN President**

**PhD. Eng. Daniela Victorita VOICA - Vicepresident – Course  
Development Coordinator**

**Partners:**

- **P 1 UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES “KING MICHAEL I”  
FROM TIMISOARA - Romania**

**Prof. PhD. Cosmin Alin POPESCU – Rector**

**Lecturer PhD. Monica NEGREA – Course Development  
Coordinator**

- **P 2 UNIVERSITA DELLA CALABRIA - Italy**

**Prof. Nicola LEONE – Rector**

**Prof. Filomena CONFORTI – Course Development Coordinator**

- **P 3 UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND  
VETERINARY MEDICINE CLUJ NAPOCA - Romania**

**Prof. PhD. Cornel CĂTOI- University Rector**

**Prof. PhD. Eng. Adriana PĂUCEAN – Course Development  
Coordinator**

- **P 4 ESTONIAN UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES - Estonia**

**MSc. Agric. Aret VOOREMÄE – Director of the Institute of  
Agricultural and Environmental Sciences**

**PhD. Reelika RÄTSEP – Course Development Coordinator**

**Scientific Referees:**

**Prof. PhD. Eng. Gabriela-Elena BAHRIM**

**Prof. PhD. Sonia Ancuța SOCACI**

**Prof. Adrian RIVIS**

**Conf. Diana RABA**

**Prof. Kadri KARP**

**Prof. Gianni SACCHETTI**

**Prof. Laura De MARTINO**

*Il contenuto di questo materiale è di responsabilità degli autori, e l'Agenzia Nazionale e la Commissione Europea non sono responsabili del modo in cui il contenuto informativo verrà utilizzato.*

## **AUTORI**

### **ROMPAN - THE ROMANIAN EMPLOYERS' ASSOCIATION OF THE MILLING, BAKERY AND FLOUR BASED PRODUCTS INDUSTRY**

PhD. Eng. Daniela Victorița VOICA - Vicepresident ROMPAN

Eng. Dana AVRAM

Eng. Virgil PAVEL - Vicepresident ROMPAN

### **Partner 1 UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES "KING MICHAEL I" FROM TIMISOARA - Romania**

Prof.PhD. Ersilia ALEXA

Prof.PhD. Isidora RADULOV

Prof.PhD. Georgeta POP

Lecturer Monica NEGREA

Lecturer Ileana COCAN

Lecturer Diana OBISTIOIU

### **Partner 2 UNIVERSITA DELLA CALABRIA - Italy**

Prof. Filomena CONFORTI

Prof. Fedora GRANDE

Dr. Mariangela MARRELLI

Prof. Giancarlo STATI

### **Partner 3 UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND VETERINARY MEDICINE CLUJ NAPOCA - Romania**

Prof. PhD. Adriana PĂUCEAN

Lecturer PhD Simona Maria MAN

Lecturer PhD. Maria Simona CHIS

Lecturer PhD. Anamaria POP

Lecturer PhD. Anca Corina FARCAS

### **Partner 4 ESTONIAN UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES - Estonia**

PhD. Reelika RÄTSEP

PhD. Annemari POLIKARPUS

Lecturer Eleri ARVI

Assoc.Prof. Evelin LOIT

Assoc. Prof. Ivi JõUDU





# INDICE

<b>Prefazione</b> .....	pag. 1
-------------------------	--------

## **Capitolo 1**

### **Definizioni di perdita e spreco alimentare**

1.1 Termini e definizioni .....	pag. 3
1.2 Altre definizioni.....	pag. 3
1.3 Informazioni generali .....	pag. 8
Bibliografia.....	pag. 10

## **Capitolo 2**

### **Legislazione a livello nazionale ed europeo in materia di spreco alimentare (FW) lungo la filiera alimentare (FSC) nell'industria dei prodotti sfarinati**

2.1 La filiera alimentare .....	pag. 11
2.2 Legislazione specifica .....	pag. 13
2.3 La “Strategia Farm to Fork” della U.E. ....	pag. 14
2.4 Situazione attuale nei paesi partner .....	pag. 18
Bibliografia.....	pag. 25

## **Capitolo 3**

### **Possibili cause di spreco alimentare (FW) nella fase di trasformazione e stoccaggio dei prodotti sfarinati. Degradazione e alterazione dei prodotti. Infrastrutture per lo stoccaggio**

3.1 Cause dello spreco alimentare (FW) nella fase di trasformazione e stoccaggio della farina.....	pag. 29
3.2 Cause di FW dovute ai processi fisico-chimici che avvengono durante lo stoccaggio delle farine.....	pag. 34
3.3 Cause di spreco alimentare per contaminazione microbica durante la conservazione .....	pag. 36
Bibliografia.....	pag. 44

## **Capitolo 4**

### **Possibili cause di FW in fase di lavorazione e confezionamento dei prodotti sfarinati. Perdite inevitabili - inefficienze e disfunzioni tecniche - modalità e variazioni di lavorazione**

4.1 Ricerche e studi effettuati sulle possibili cause di FW nella fase di lavorazione e confezionamento dei prodotti sfarinati.....	pag. 47
4.2 Cause di FW individuate nella fase di lavorazione dei prodotti sfarinati .....	pag. 52
4.3 Cause di FW nella fase di confezionamento dei prodotti sfarinati.....	pag. 56
4.4 Metodi per prevenire il FW nella lavorazione di prodotti farinacei .....	pag. 67
4.5 Conseguenze del FW e azioni consigliate di prevenzione durante la lavorazione dei prodotti sfarinati.....	pag. 71
4.6 cause e metodi per prevenire le perdite lungo la filiera della lavorazione del grano .....	pag. 74
Bibliografia.....	pag. 77

## **Capitolo 5**

### **Cause di spreco alimentare nell'industria della panificazione. Misure per ridurre gli sprechi alimentari nell'industria della panificazione**

5.1 Studi condotti sulle cause dello spreco alimentare lungo la catena di produzione dei prodotti da forno .....	pag. 81
5.2 Cause di FW generati dalle caratteristiche fisico-chimiche delle materie prime e dal processo tecnologico. Misure per ridurre le perdite individuate lungo la filiera produttiva .....	pag. 86
5.3 cause dei rifiuti alimentari generati dalla contaminazione microbiologica delle materie prime e del processo tecnologico.....	pag. 95
5.3.1. <i>Qualità delle materie prime</i> .....	pag. 95
5.3.2. <i>Formulazione e processo produttivo</i> .....	pag. 97
Bibliografia.....	pag. 100

## **Capitolo 6**

### **Cause dello spreco alimentare nell'industria della pasta. Misure per ridurre gli sprechi alimentari nell'industria della pasta**

6.1 Misure per ridurre lo spreco di cibo nell'industria della pasta. Ricerche e studi condotti sulle possibili cause dello spreco alimentare nell'industria della pasta .....	pag. 102
6.1.1. <i>Qualità delle materie prime</i> .....	pag. 105
6.1.2. <i>Formulazione e processo produttivo</i> .....	pag. 108
6.2 Cause di spreco alimentare individuate lungo la filiera produttiva nella lavorazione della pasta.....	pag. 114
6.3 Misure per ridurre gli sprechi alimentari nell'industria della pasta .....	pag. 117
Bibliografia .....	pag. 122

## **Capitolo 7**

### **Le cause dello spreco alimentare nell'industria di produzione dei biscotti**

7.1 Ricerche e studi condotti sulle possibili cause di spreco alimentare nella fase di lavorazione e confezionamento dei biscotti .....	pag. 124
7.2 Cause di spreco alimentare identificate nella fase di lavorazione dei biscotti .....	pag. 125
7.2.1. <i>Contaminanti derivanti da materie prime o attrezzature</i> .....	pag. 128
7.2.2. <i>Contaminanti derivanti dal processo di cottura</i> .....	pag. 129
7.2.3. <i>Contaminanti nella fase di stoccaggio</i> .....	pag. 129
7.3 Cause di spreco alimentare identificate nella fase di confezionamento ...	pag. 133
7.4 Tecniche di prevenzione delle perdite alimentari nell'industria di produzione dei biscotti .....	pag. 134
Bibliografia.....	pag. 139

## **Capitolo 8**

### **Cause di spreco alimentare nell'industria della pasticceria. Misure per ridurre gli sprechi alimentari in pasticceria**

8.1 Studi sulle cause di spreco alimentare lungo la catena di produzione della pasticceria .....	pag. 141
--	----------

8.2 Cause di spreco alimentare individuate nella fase di lavorazione dei prodotti di pasticceria.....	pag. 143
8.3 Misure per ridurre gli sprechi alimentari nell'industria della pasticceria..	pag. 145
Bibliografia.....	pag. 151

## **Capitolo 9**

### **Possibili strategie per prevenire le perdite e sprechi alimentari (FLW) nell'industria dei prodotti a base di farina**

9.1 Studi sulle possibili strategie di prevenzione della FLW .....	pag. 153
9.2 Possibili strategie per prevenire la FW nella fase di manipolazione e stoccaggio dei prodotti farinacei.....	pag. 158
9.2.1. <i>Strategie per prevenire la degradazione della farina nei magazzini</i> .....	pag. 158
9.2.2. <i>Metodi per ridurre la contaminazione da funghi e micotossine in diverse farine durante lo stoccaggio:</i> .....	pag. 159
9.3 Possibili strategie per prevenire le FLW nella fase di lavorazione e confezionamento dei prodotti farinacei .....	pag. 160
9.4 Possibili strategie per prevenire la FLW nell'industria della panificazione .....	pag. 161
9.5 Possibili strategie per prevenire la FW nell'industria della pasta .....	pag. 164
9.6 Possibili strategie per prevenire gli sprechi alimentari nell'industria dei biscotti.....	pag. 165
9.6.1 Tecniche di prevenzione degli sprechi alimentari nel settore dei biscotti .....	pag. 165
9.6.2. <i>Strategie per evitare gli sprechi alimentari nel processo tecnologico dei biscotti</i> .....	pag. 165
9.7 Possibili strategie per prevenire gli sprechi alimentari nell'industria della pasticceria .....	pag. 166
9.8 Buone pratiche di prevenzione delle FLW. Standard e guida FLW.....	pag. 167
9.8.1. <i>Metodi di quantificazione dei rifiuti alimentari</i> .....	pag. 172
9.8.2. <i>Calcolo degli sprechi alimentari nelle varie fasi della filiera alimentare</i> .....	pag. 173
9.8.3. <i>Principi per la riduzione degli sprechi alimentari nell'industria dei prodotti farinacei</i> .....	pag. 173
Bibliografia.....	pag. 175
<b>QUESTIONARIO</b> .....	pag. 179

## **Prefazione**

Lo spreco alimentare è un problema globale che è diventato sempre più importante negli ultimi anni. Le stime mostrano che fino a un terzo del cibo viene sprecato o perso, un fenomeno che genera costi economici e ambientali molto elevati.

Nell'Unione Europea, ogni anno vengono persi o sprecati circa 87,5 milioni di tonnellate di cibo. L'UE e i suoi Stati membri si sono impegnati, attraverso gli obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite, a dimezzare entro il 2030 lo spreco di cibo pro capite a livello di vendita al dettaglio e di consumo, nonché a ridurre le perdite alimentari lungo le filiere produttive e di approvvigionamento.

Questo volume vuole quindi offrire le basi per ridurre lo spreco alimentare sui prodotti farinacei nelle attuali condizioni di sviluppo sostenibile e di economia circolare nei paesi partner con ricadute su tutti gli attori coinvolti nella filiera produttori-distributori – commercianti. Questo obiettivo può essere raggiunto con il miglioramento delle procedure e dei mezzi per ridurre lo spreco alimentare nelle istituzioni dei paesi partner; diminuendo lo spreco alimentare sui prodotti farinacei nel settore della produzione di prodotti farinacei; attraverso una maggiore responsabilità degli specialisti nella distribuzione e commercializzazione di prodotti a base di farina per risparmiare risorse naturali e proteggere l'ambiente; rafforzando la capacità istituzionale delle organizzazioni partner realizzando scambi di buone pratiche sulla riduzione degli sprechi alimentari nell'industria della panificazione e della farina; avendo una maggiore consapevolezza degli specialisti dell'industria dei prodotti da forno e farinacei e della catena di distribuzione e commercializzazione nei paesi partner sull'importanza di ridurre lo spreco alimentare dei prodotti farinacei.



# Capitolo 1

## Definizioni di perdita e spreco alimentare

### 1.1. Termini e definizioni

In considerazione della necessità impellente di ridurre gli sprechi durante l'intera filiera alimentare, dall'azienda agricola produttrice al consumatore, è necessario adottare strategie che prevedano azioni concrete, a livello europeo e nazionale, con l'obiettivo di:

- limitare lo spreco alimentare nei processi tecnologici di produzione;
- rendere più efficiente l'intera filiera alimentare.

Per una migliore chiarezza è opportuno definire la terminologia riguardante lo spreco alimentare, che verrà utilizzata in questo contesto, dal momento che potrebbe crearsi confusione nell'uso di espressioni come spreco alimentare, perdita alimentare, spreco biologico etc.

Lo scopo di questo progetto è quello di allinearsi alle tendenze generali per ridurre lo spreco alimentare (FW) in due fasi distinte della catena alimentare:

- fase di lavorazione nell'industria di molitura, della panificazione e dei prodotti sfarinati: definiamo spreco alimentare (**food waste: FW**) la somma delle perdite di cibo (**food loss: FL**) a cui si aggiungono gli scarti generati durante il processo tecnologico;
- fase di stoccaggio/commercializzazione finale al consumatore dei prodotti di molitura, da forno e sfarinati: definiamo spreco alimentare le perdite di cibo derivanti dalle fasi di conservazione e vendita degli alimenti.

### 1.2. Altre definizioni

Nella relazione sulla prevenzione dello spreco alimentare "Strategie per aumentare l'efficienza della catena alimentare nell'UE (2011/2175 (INI))" definiamo:



- **Food Waste (spreco alimentare)** per indicare l'insieme dei prodotti alimentari rimossi dalla filiera per motivi economici, a causa di un aspetto improprio o per il superamento della data di scadenza; questi prodotti sono ancora commestibili e potrebbero essere ancora consumati. Tuttavia, in mancanza di possibili alternative di utilizzo vengono eliminati, con effetti negativi sia dal punto di vista ecologico sia da quello economico per le imprese;
- Poiché non esiste una definizione univoca di spreco alimentare in Europa, in questo contesto, possiamo definire lo "spreco alimentare" in funzione della tipologia e, pertanto, distinguere lo "spreco alimentare per biocarburanti" o "rifiuto biologico", che rappresenta una categoria separata di rifiuti alimentari convenzionali, che possono essere riutilizzati per produrre energia.

L'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura (FAO) definisce **la perdita** e **lo spreco** alimentare come la diminuzione della quantità o della qualità del cibo lungo la filiera alimentare.

In questo contesto, le Agenzie delle Nazioni Unite distinguono la perdita e lo spreco in due diverse fasi della catena di approvvigionamento alimentare:

- La perdita di cibo (**Food loss, FL**) che si verifica lungo la filiera alimentare dal raccolto/macellazione/cacciagione alla commercializzazione, escludendo però la fase della vendita;
- Lo spreco alimentare (**Food waste, FW**) che si verifica nella fase di vendita al dettaglio e in quella del consumo.

Pertanto, con perdita di cibo (FL) ci si riferisce allo spreco degli alimenti durante le fasi di raccolta e lavorazione industriale delle materie prime, mentre con spreco alimentare (FW) ci si riferisce allo spreco del cibo durante le fasi di vendita e di consumo.

Per maggiore chiarezza, dovrebbero essere prese in considerazione anche le seguenti definizioni:

- Il cibo reindirizzato a catene non alimentari (incluso la produzione di mangimi per animali o di compost e il recupero in bioenergia) non viene conteggiato come perdita o spreco di cibo.

- Le parti non commestibili non vengono considerate come perdita o spreco di cibo (queste parti sono generalmente indicate come spreco alimentare inevitabile).

<https://www.fao.org/policy-support/policy-themes/food-loss-food-waste/en/>

Nell'ambito dell'Obiettivo 12 per lo sviluppo sostenibile, l'Organizzazione per l'alimentazione e l'agricoltura è responsabile della quantificazione della perdita di cibo (FL), mentre il Programma ambientale delle Nazioni Unite misura lo spreco alimentare (FW).

### Unione Europea

Nell'**Unione Europea** (UE), lo spreco alimentare (FW) viene definito come "qualsiasi sostanza alimentare, cruda o cotta, che viene scartata, o che deve essere eliminata". La direttiva 75/442/CEE, del 1975 contenente questa definizione, è stata modificata nel 1991 (917156) con l'aggiunta delle "categorie di rifiuti" (allegato I) e l'omissione di ogni riferimento alla legislazione nazionale, ed è stata abrogata dalla Direttiva 2008/98/ CE, che non presenta alcuna definizione specifica di spreco alimentare.

<https://www.eu-fusions.org/index.php/about-food-waste/280-food-waste-definition>

In **Romania** secondo quanto previsto dalla **Legge n. 217/2016** sulla riduzione dello spreco alimentare, con spreco alimentare ci si riferisce al cibo che esce dalla filiera che porta al consumo umano poichè alterato e che deve essere distrutto, secondo la normativa vigente.

In **Italia** per spreco alimentare si intende "l'insieme dei prodotti scartati dalla filiera agroalimentare, che per ragioni economiche, qualitative o per la vicinanza alla data di scadenza, pur essendo ancora edibili e quindi potenzialmente utilizzabili per consumo umano, sono destinati ad essere eliminati o smaltiti".

Il WRAP (Waste Resources Action Program) propone alcune definizioni di spreco alimentare che lo distinguono in:

- evitabile (cibi e bevande che finiscono nella spazzatura ma sono ancora commestibili, come resti di pane, frutta, carne, ecc.);

- possibilmente evitabile (cibi e bevande che alcune persone consumano ed altre no (ad esempio croste di pane) o alimenti che possono essere consumati se cotti, ad esempio la pelatura delle patate);
  - inevitabile (ossa di carne, bucce di uova, bucce di ananas, ecc.).
- (<https://www.sprecozero.it/waste-watcher/>)

In **Estonia** non esiste una legislazione specifica su questo tema.

### **Stati Uniti**

La *United States Environmental Protection Agency* definisce lo spreco alimentare, come "cibo non consumato e rifiuti di preparazione del cibo provenienti da residenze o strutture commerciali come negozi o ambulanti di generi alimentari, ristoranti, mense".

I diversi stati rimangono liberi di definire lo spreco alimentare in modo diverso, anche se molti scelgono di non farlo. Secondo il *Natural Resources Defense Council*, gli americani buttano via fino al 40% del cibo che potrebbe essere ancora buono per essere consumato.

L'inclusione nelle definizioni di FW di alimenti destinati a impieghi non alimentari, analogamente a quanto riportato nella prima direttiva dell'Organizzazione per l'alimentazione e l'agricoltura della UE (prima della sua revisione del 2019) è oggetto di discussione. Secondo Bellemare (2017) nello studio "On The Measurement of Food Waste" pubblicato sull'*American Journal of Agricultural Economics*, ciò è dovuto a due motivi.

In primo luogo, se il cibo recuperato viene riutilizzato per produrre mangimi per animali, fertilizzanti o biomassa, allora per definizione non viene sprecato. Tuttavia, potrebbero esserci perdite economiche se il costo del cibo recuperato è superiore al costo medio dei prodotti nel loro impiego alternativo a quello alimentare.

In secondo luogo, la definizione crea problemi pratici nella quantificazione dello spreco alimentare che richiederebbe il monitoraggio della perdita di cibo in ogni fase della filiera alimentare e di quella che conduce i prodotti verso impieghi alternativi.

Gli autori dello studio sostengono che solo il cibo che finisce nelle discariche dovrebbero essere conteggiato nei rifiuti alimentari.

Secondo l'*Institute of Food Science and Technology* le definizioni di perdita (FL) e spreco alimentare (FW) sono:

### **Food loss (FL):**

Diminuzione della quantità o della qualità degli alimenti risultante da decisioni e azioni dei fornitori di alimenti nella filiera, esclusi i rivenditori, e dei fornitori di servizi di ristorazione e dei consumatori.

### **Food waste (FW):**

Alimenti o parti non commestibili di alimenti rimossi dalla filiera alimentare che vengono recuperati o smaltiti (inclusi quelli destinati al compostaggio, produzione di bioenergia, cogenerazione, incenerimento, smaltimento nelle fognature, o gettati in discarica o in mare)

### *INSIEME DI DEFINIZIONI PER **Food Waste***

Il sistema generale dei flussi di risorse FUSIONS propone:

- indicazioni definite per la “filiera alimentare”;
- una definizione di “spreco alimentare” basata sulla filiera alimentare e sulle destinazioni dei flussi di risorse.

Il quadro tecnico FUSIONS si basa sulle seguenti definizioni:

**Alimento (Food):** “qualsiasi sostanza o prodotto, trasformato, parzialmente trasformato o non trasformato, destinato o ragionevolmente previsto per essere consumato dall’uomo. Il cibo include bevande, gomme da masticare e qualsiasi sostanza, inclusa l’acqua, intenzionalmente incorporata nell’alimento durante la sua fabbricazione, preparazione o trattamento”. Poiché le parti non commestibili del cibo sono escluse da questa definizione, sono state distinte e incluse nel quadro tecnico.

<https://www.eu-fusions.org/index.php/about-food-waste/280-food-waste-definition>

**Filiera alimentare (Food Supply chain):** insieme delle attività utilizzate per produrre, trasformare, distribuire e consumare cibo. La filiera agroalimentare inizia quando le materie prime sono pronte per entrare nel sistema economico e tecnico per la produzione alimentare o per il consumo. Questa è una

distinzione fondamentale in quanto rientrano nel campo di applicazione tutti i prodotti pronti per la raccolta o la macellazione, ma non quelli che vengono raccolti e successivamente non utilizzati. La filiera termina quando l'alimento viene consumato o "rimosso" dalla catena di approvvigionamento alimentare.

### 1.3. Informazioni generali

**Food waste** ha raggiunto una dimensione talmente importante da poter essere considerato un problema globale che si ripercuote su tutti gli anelli della filiera alimentare, dal campo al consumatore. Secondo i dati registrati dal 1974 ad oggi, si stima che lo spreco alimentare nel mondo sia aumentato del 50%. Si assiste a spreco alimentare nel settore dell'agricoltura, nell'industria di trasformazione, nelle aziende di distribuzione e nelle case dei consumatori; il cibo viene sprecato nei paesi industrializzati ma anche in quelli in via di sviluppo. Lo spreco alimentare dà vita a una catena parallela a quella della produzione e che genera una lunga serie di effetti negativi.

La questione dello spreco alimentare è in contrapposizione a quella altrettanto importante dell'approvvigionamento alimentare, gravemente compromessa da una serie di fattori, tra cui le limitate risorse naturali in relazione a una popolazione mondiale in crescita e la ridotta accessibilità al cibo da parte delle fasce di popolazione più povere. Tutto ciò si traduce in una serie di analisi e riflessioni su come venga utilizzato il cibo a nostra disposizione.

Uno studio condotto dalla FAO "*Global food Losses and food waste – Extent, cause and prevention*" riporta dati allarmanti, che riguardano in particolare il mondo industrializzato: i cittadini europei e nordamericani sprecano ogni anno tra i 95 e i 115 kg di cibo pro capite, rispetto quelli dell'Africa subsahariana, il cui spreco si aggira tra i 6 e gli 11 kg.

Le cause dello spreco alimentare non sono sempre le stesse; differiscono a seconda della fase della filiera alimentare, del tipo di prodotto e dal luogo in cui il cibo viene sprecato. Considerando la filiera agroalimentare suddivisa in cinque settori (produzione agricola, gestione e conservazione, trasformazione, distribuzione e consumo), si può notare come diversi comportamenti in ciascun settore portino all'eliminazione di alimenti perfettamente commestibili: a partire dalle perdite registrate durante le fasi di

raccolta e stoccaggio, al trasporto non sicuro, agli errori di etichettatura e alle cattive abitudini dei consumatori finali, nell'acquisto e nell'utilizzo degli alimenti.

Per quanto riguarda i paesi industrializzati, la maggior parte dello spreco alimentare avviene nelle fasi finali, cioè nelle fasi di distribuzione e di consumo, principalmente a causa di una eccessiva produzione di cibo, mentre nei paesi in via di sviluppo lo spreco alimentare avviene per lo più nelle fasi iniziali, a causa della mancanza di tecnologie agricole avanzate, di sistemi di trasporto e infrastrutture efficienti (ad esempio manutenzione ininterrotta a bassa temperatura) e delle difficoltà per garantire la corretta conservazione degli alimenti. Questi dati evidenziano il fatto che il cibo attualmente prodotto può essere effettivamente riutilizzato per scopi diversi invece di essere smaltito come rifiuto, con un impatto significativo dal punto di vista economico, ecologico ed etico. Infatti, la produzione eccessiva di alimenti che non vengono consumati determina un elevato dispendio di energia e risorse naturali (acqua in primis), nonché emissioni di gas nell'atmosfera con conseguenze anche devastanti sull'ambiente; si stima che i circa 89 milioni di tonnellate di cibo buttato in Europa producano annualmente l'equivalente di circa 170 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>. Oltre ai danni ambientali, vanno considerati anche i costi di trasformazione e smaltimento degli scarti alimentari e la perdita di reddito subita dalle imprese di produzione.

La lotta allo spreco alimentare deve diventare una priorità nell'agenda politica europea: la Commissione, il Consiglio e gli Stati membri devono sviluppare strategie e misure concrete per dimezzare la quantità di cibo sprecato lungo l'intera filiera entro il 2025, aumentare l'efficienza dell'industria e sensibilizzare l'opinione pubblica sul problema per molti versi ignorato. I cittadini devono essere informati non solo sulle cause e le conseguenze dello spreco alimentare, ma anche sui modi in cui esso possa essere limitato; andrebbe promossa una cultura scientifica e civica basata sui principi della sostenibilità e della solidarietà al fine di incoraggiare comportamenti più virtuosi.

L'esperienza insegna che le iniziative spontanee delle associazioni, siano esse volontarie o professionali, per promuovere e concretizzare una cultura di

contrasto allo spreco alimentare, hanno registrato un notevole successo nei territori in cui sono state svolte.

(<https://www.fao.org/3/i2697e/i2697e.pdf>)

La commissione per il mercato interno e la protezione dei consumatori raccomanda alla commissione per l'agricoltura e lo sviluppo rurale di includere nella proposta di risoluzione le seguenti considerazioni:

1. lo spreco alimentare ha un impatto ecologico ed etico, nonché costi economici e sociali che creano sfide nel mercato interno, sia per le imprese che per i consumatori;
2. occorre volontà politica per cercare soluzioni allo spreco alimentare;
3. bisogna dare, nell'agenda politica europea, priorità alla risoluzione di tutti gli aspetti dello spreco alimentare;
4. bisogna stabilire, previa consultazione degli Stati membri, obiettivi di riduzione dello spreco alimentare;
5. gli Stati membri e tutte le parti interessate devono adottare misure concrete per raggiungere tali obiettivi.

[https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-7-2011-0430\\_EN.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-7-2011-0430_EN.html).

### **Bibliografia**

1. Bellemare, M. F., Çakir, M., Peterson, H. H., Novak, L., & Rudi, J. (2017). On The Measurement of Food Waste. *American Journal of Agricultural Economics*, 99(5), 1148-1158. <https://www.jstor.org/stable/48544918>
2. FAO, 2011. Global food Losses and food waste – Extent, causes and prevention. Rome, <https://www.fao.org/3/i2697e/i2697e.pdf>
3. 2011 - Report regarding food waste: strategies for increasing the efficiency of the food chain in EU - Comision for Agriculture and rural development, [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-7-2011-0430\\_EN.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-7-2011-0430_EN.html)
4. <https://www.fao.org/policy-support/policy-themes/food-loss-food-waste/en/>
5. <https://www.eu-fusions.org/index.php/about-food-waste/280-food-waste-definition>

## Capitolo 2

### **Legislazione a livello nazionale ed europeo in materia di spreco alimentare (FW) lungo la filiera alimentare (FSC) nell'industria dei prodotti sfarinati**

#### **2.1. La filiera alimentare**

La filiera alimentare è definita come il movimento di prodotti e servizi lungo la catena di approvvigionamento fornendo valore aggiunto alle materie prime alimentari finalizzato a beneficio del consumatore, riducendo al minimo i costi (Folkerts e Koehorst, 1998).

La filiera alimentare differisce da altri tipi di catene di approvvigionamento dal momento che bisogna tenere in considerazione la natura deperibile dei prodotti alimentari, l'interazione con altri prodotti e l'influenza intersettoriale (Mithun Ali et al., 2019).

Alla complessità della filiera alimentare contribuisce la necessità di garantire sicurezza, sostenibilità, qualità ed efficienza dei processi di produzione. I ricercatori descrivono la filiera alimentare in funzione delle fasi rilevanti che la costituiscono e che includono:

- (i) produzione agricola
- (ii) trasformazione e conservazione
- (iii) trattamento
- (iv) distribuzione
- (v) consumo (Dumitru, O.M. et al., 2021).

#### **La filiera alimentare globale**

La filiera alimentare globale è una vasta e complicata rete di partecipanti che va dai piccoli agricoltori alle grandi imprese internazionali.

Secondo le categorie di prodotti, le filiere alimentari sono suddivise in quelle che si occupano della produzione di alimenti trasformati e quelle che coltivano prodotti agricoli freschi. Coltivatori, grossisti, importatori, esportatori,



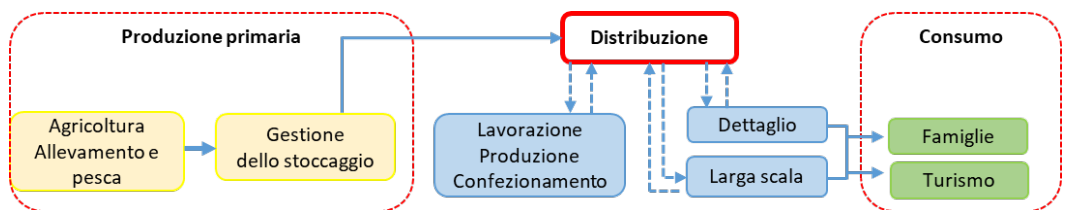
rivenditori e negozi specializzati rientrano nella prima categoria (Van der Vorst, J., 2006).

### Spreco nella filiera alimentare

Secondo l'OCSE/Eurostat (2005), i rifiuti nella filiera alimentare possono essere definiti come: “...materiali che il produttore scarta e intende abbandonare perché non possono essere considerati prodotti primari (cioè prodotti idonei alla commercializzazione), o è obbligato a cestinare dal momento che non li utilizza più ai propri fini di produzione, trasformazione o consumo. I rifiuti possono essere prodotti durante qualsiasi fase del processo, inclusa l'estrazione di materie prime, la trasformazione di materie prime in beni intermedi e finali, il consumo di prodotti finiti e qualsiasi altro processo”.  
<https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5889925/OSLO-EN.PDF>

Una gestione efficace dei rifiuti è essenziale per aumentare la redditività dei membri della filiera in un settore con margini storicamente bassi, in particolare riducendo il consumo di energia e materie prime e migliorando le operazioni di riciclo e riutilizzo. Un impiego più efficiente delle risorse naturali e una diminuzione dei rifiuti destinati alle discariche, avrà un impatto diretto sull'ambiente, contribuendo ad alleviare le preoccupazioni globali sulla sicurezza alimentare (Mena et al., 2014).

In Figura 2.1 viene presentata una rappresentazione schematica di tutte le fasi della filiera alimentare in cui possono verificarsi sprechi alimentari.



**Fig. 2.1.** Formazione di rifiuti alimentari nelle diverse fasi della filiera alimentare (Dumitru et al.,2021)

## **2.2. Legislazione specifica**

### **Legislazione Europea:**

- Direttiva 1999/31/CE del Consiglio del 26 aprile 1999 relativa alle discariche di rifiuti.
- Direttiva 2008/98/CE del Parlamento e del Consiglio Europeo, del 19 novembre 2008, relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive precedenti.
- Direttiva (UE) 2018/851 del Parlamento e del Consiglio Europeo, del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva 2008/98/CE sui rifiuti.
- Direttiva (UE) 2018/850 del Parlamento e del Consiglio Europeo, del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti.
- Decisione delegata della Commissione (UE) 2019/1597, del 3 maggio 2019, che integra la direttiva 2008/98/CE del Parlamento e del Consiglio Europeo per quanto riguarda una metodologia comune e i requisiti minimi di qualità per la misurazione uniforme dei livelli di spreco alimentare.

### **Legislazione in Romania**

- Legge n. 217 del 17 novembre 2016 in materia di riduzione dello spreco alimentare;
- Decisione HG n. 51/2019 - Norme metodologiche per l'applicazione della Legge n. 217/2016 sulla riduzione dello spreco alimentare.

### **Legislazione in Italia**

- Legge Gadda n. 166/2016 che si concentra sulla redistribuzione delle eccedenze alimentari a chi ne ha bisogno.
- La Legge del Buon Samaritano n. 155/2003 che semplifica le procedure di donazione alimentare a sostegno delle organizzazioni non profit coinvolte nella distribuzione di beneficenza alimentare.

### Legislazione in Estonia

- Food Act, RT I 1999, 30, 415, entrato in vigore ai sensi del § 66, descrive le definizioni riguardanti gli alimenti, la loro produzione e manipolazione, l'importazione e l'esportazione di alimenti, la qualità e il campionamento degli alimenti, l'attuazione delle disposizioni.
- Legge sui Rifiuti, RT I 2004, 9, 52, Entrata in vigore 01.05.2004, definizione rifiuti, sottoprodotti e ambito di applicazione.
- Direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, 19 novembre 2008, che riguarda il contenuto, l'ambito di applicazione e le definizioni in materia di gestione dei rifiuti.

### 2.3. La “Strategia Farm to Fork” della U.E.

La commissione mira a creare sistemi alimentari equi, sani e rispettosi dell'ambiente. Il metodo *end-to-end* di "Farm to Fork" rappresenta il ciclo di vita degli alimenti (manipolazione, conservazione, trasformazione, distribuzione e consumo). La perdita e lo spreco di cibo si generano in ogni fase di questo ciclo di vita (Commissione europea, COM (2020); Dumitru et al. 2021)

Secondo Ishangulyyev et al. (2019), i paesi in via di sviluppo hanno perdite alimentari (**FL**) relativamente elevate, mentre i paesi sviluppati hanno una quota maggiore di sprechi alimentari (**FW**).

Inoltre, nelle regioni in via di sviluppo, il 29% di **FLW** (perdita e spreco di cibo) si verifica durante le prime fasi (produzione, manipolazione e stoccaggio) mentre nei paesi sviluppati, nonostante si abbia meno **FL** (perdita di cibo) nella fase di produzione rispetto alle regioni in via di sviluppo, questa aumenta successivamente a causa dell'eccessiva perdita delle risorse impiegate.

In entrambe le regioni, la fase più dispendiosa in termini di risorse è la fase di produzione. Ecco perché i modelli di sostenibilità alimentare (Environmental Protection Agency's Food Recovery Hierarchy) enfatizzano la riduzione delle eccedenze alimentari generate durante la fase di produzione. Il **FW** nella fase di consumo nelle regioni in via di sviluppo è significativamente inferiore a causa del limitato reddito familiare.

## Capitolo 2

La perdita e lo spreco di cibo (FLW) è un problema ambientale, sociale ed economico, perciò i paesi sono costantemente alla ricerca di strategie per prevenire e ridurre il FLW.

Dal 2016 a livello europeo è stata istituita la *Platform on Food Loss and Food Waste* che include diversi sottogruppi:

- Sottogruppo su Azione e attuazione
- Sottogruppo sulla datazione e la prevenzione dello spreco alimentare
- Sottogruppo su Donazioni alimentari
- Sottogruppo sul monitoraggio delle perdite e degli sprechi alimentari
- Sottogruppo sulla prevenzione dello spreco alimentare dei consumatori

L'Unione europea si sta adoperando per ridurre i rifiuti del 30% entro il 2025. Lo scopo della direttiva 2008/98/CE è quella di stabilire un quadro giuridico per la gestione dei rifiuti nell'Unione europea (UE), volto a proteggere l'ambiente e la salute dell'uomo, sottolineando l'importanza di adeguate tecniche di gestione, recupero e riciclaggio dei rifiuti per ridurre l'uso eccessivo consumo di risorse e ottimizzarne l'impegno.

Nell'ambito di un pacchetto di misure sull'economia circolare, la direttiva (UE) 2018/851 modifica la direttiva 2008/98/CE rafforzando le norme in materia di prevenzione e generazione dei rifiuti.

Per quanto riguarda la produzione di rifiuti, gli Stati membri dell'UE devono adottare misure per:

- sostenere modelli di produzione e consumo sostenibili;
- ridurre la generazione di rifiuti alimentari come contributo all'obiettivo di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite per ridurre del 50% lo spreco alimentare globale pro-capite a livello di vendita al dettaglio e al consumo;
- ridurre le perdite alimentari lungo le filiere di produzione e di approvvigionamento entro il 2030.

Vi sono inoltre ulteriori modifiche relative ai requisiti per la misurazione, il monitoraggio e la comunicazione dei rifiuti alimentari all'interno dell'UE come segue:

## Capitolo 2

- L'articolo 3 (4a) definisce i rifiuti alimentari come tutti gli alimenti che sono diventati rifiuti come definito nella legislazione alimentare europea (regolamento (CE) n. 178/2002).
- L'articolo 9 (1g) indica esplicitamente l'impegno a raggiungere l'obiettivo di sviluppo sostenibile (SDG) e richiede l'attuazione di misure di riduzione dello spreco lungo l'intera catena alimentare.
- L'articolo 9 (1h) incoraggia le donazioni di cibo e altre forme di redistribuzione di cibo destinato principalmente al consumo umano e successivamente all'alimentazione di animali o alla trasformazione in prodotti non alimentari. L'allegato IV bis (3) raccomanda inoltre di prevedere incentivi fiscali per le donazioni di generi alimentari quale possibile strumento economico.
- Ai sensi dell'articolo 9, paragrafo 5, gli Stati membri devono monitorare i rifiuti alimentari sulla base di una metodologia comune stabilita nella decisione (UE) 2019/1597 (decisione delegata CE 3211 finale).
- Fino al 31 marzo 2019 la Commissione ha proposto di adottare la decisione delegata che stabilisce una metodologia comune e requisiti minimi di qualità per un'uniforme misurazione e comunicazione dei livelli di rifiuti alimentari (articolo 9, paragrafo 8 e articolo 37, paragrafo 7).
- L'articolo 29 (2a) impone agli Stati membri di adottare specifici programmi di prevenzione dello spreco alimentare.
- L'articolo 37 (3) obbliga gli Stati membri a riferire annualmente sulle quantità e sulle tendenze dei propri rifiuti alimentari, a partire dall'anno di riferimento 2020 (Leverenz et al., 2021).

Tra gli Stati membri dell'UE, l'Italia (PINPAS), la Francia (ANTI-GASPI) e la Spagna (*Mas Alimentos, Menos Desperdicio*) hanno approvato un Piano Nazionale per la Prevenzione e la Riduzione dello Spreco Alimentare. Italia e Francia, nel 2016, hanno approvato leggi nazionali esaustive contro lo spreco alimentare. In altri paesi dell'UE, invece, iniziative contro lo spreco alimentare sono state attuate attraverso azioni più frammentate, ad esempio piani di gestione dei rifiuti a livello comunale (Austria, Repubblica Ceca e Polonia),

piani d'azione per la riduzione delle perdite e degli sprechi alimentari (Paesi Bassi, Svezia e Scozia). (Giordano et al., 2020).

FUSIONS (*Food Use for Social Innovation by Optimizing Waste Prevention Strategies*) è un progetto finanziato dal Settimo Programma Quadro della Commissione Europea.

Gli obiettivi principali di FUSIONS sono:

- (1) armonizzare il monitoraggio del FW
- (2) esaminare la fattibilità di interventi sociali innovativi per l'uso ottimizzato degli alimenti nell'FSC
- (3) creare una politica comune per il FW nell'UE. (Ishangulyyev et al., 2019)

Lo spreco alimentare è definito dalla FUSIONS, come "alimenti o parti non commestibili di alimenti rimossi dalla filiera alimentare che vengono recuperati o smaltiti (inclusi quelli destinati al compostaggio, produzione di bioenergia, cogenerazione, incenerimento, smaltimento nelle fognature, o gettati in discarica o in mare)".

Al fine di ottenere un impatto di governance più forte dell'economia e della normativa sui rifiuti sulla riduzione degli sprechi alimentari, si potrebbero fissare per tutti gli Stati membri due obiettivi: un obiettivo minimo chiaramente quantificabile e un obiettivo sanzionabile di riduzione degli sprechi alimentari (Garske et. Al. 2020).

Recentemente, i risultati del progetto PROM (Sviluppo di un sistema per il monitoraggio dello spreco alimentare e un programma efficace per razionalizzare le perdite alimentari e la riduzione dello spreco alimentare) applicato con successo in Polonia, hanno gettato le basi per un utile manuale dal titolo "*Manuale di buone pratiche per limitare le perdite e gli sprechi alimentari nell'industria della panificazione e dei dolci*" rivolto ai produttori di pane e prodotti da forno, per contribuire a sviluppare programmi di gestione delle perdite alimentari, ma anche alle varie organizzazioni istituzionali di questo settore, che potranno utilizzarlo come strumento educativo e divulgativo (Gorynska-Goldmann et al. 2021).

Per concludere, la legislazione dell'UE sostiene con forza il concetto di prevenzione dei rifiuti come primo e necessario passo per la gestione dei

rifiuti, oltre che per ridurre gli sprechi alimentari lungo le catene di produzione e di approvvigionamento.

Sono inoltre attualmente in vigore:

- la Direttiva UE 2018/850 del Parlamento e del Consiglio Europeo del 30 maggio 2018 che modifica la Direttiva 1999/31/CE in materia di depositi di rifiuti.
- La Risoluzione del 6 luglio 2010 relativa al Libro Verde della Commissione sulla gestione dei rifiuti biologici nell'Unione Europea.

### **2.4. Situazione attuale nei paesi partner**

#### **ROMANIA**

La legge rumena 217/2016 relativa alla riduzione degli sprechi alimentari (modificata nel 2018) include diverse misure per ridurre gli sprechi alimentari lungo la filiera alimentare. A seguito della sua valutazione nel 2019, “la legge è stata modificata per facilitare la donazione delle eccedenze alimentari, semplificando i contratti di donazione e chiarendo la tipologia degli operatori del settore alimentare che possono redistribuire il cibo. Sono escluse dall'applicazione dell'IVA le derrate alimentari donate, se ridistribuite entro 10 giorni prima della scadenza del loro termine minimo di conservazione” (EU Food Loss and Waste Prevention Hub-Member State Page: Romania).

Recentemente, l’impatto dello spreco alimentare lungo la catena alimentare in Romania è stato studiato nello studio condotto da Dumitru et al. (2021), il cui obiettivo era quello di analizzare i dati ottenuti da studi di impatto quantitativo, realizzati in un progetto finanziato dal ministero rumeno dell'agricoltura e dello sviluppo rurale. Nello studio sono state intervistate complessivamente 852 imprese, con un fatturato di quasi 6,5 miliardi di euro e oltre 69 mila dipendenti, delle quali 273 erano imprese di produzione primaria, 270 unità di trasformazione alimentare, 171 unità di distribuzione/vendita al dettaglio e 138 unità HoReCa.

Dal settore della produzione primaria, la maggior parte delle imprese che hanno risposto al sondaggio si occupa della coltivazione di cereali (53%), mentre le aziende campione delle unità di trasformazione per il 34% era

rappresentato dalle imprese del settore della panificazione. La produzione primaria ha perdite significative nei cereali (34%). Come hanno mostrato i dati riportati, la lavorazione degli alimenti ha perdite maggiori nei prodotti da forno (6%), pasticceria (3%) e confetteria (5%).

I risultati ottenuti definiscono valori in cui ricade lo spreco alimentare generato lungo tutta la filiera, indicando un valore del 20% vicino alla media europea e un livello generale di spreco in un range dal 14,56% al 21,94% (Livello massimo della catena alimentare di FW-21,94%, di cui: input dal settore della produzione agricola primaria (4,2%), input dal settore della trasformazione alimentare (3,63%), input dal settore della distribuzione alimentare-0,79%, input dal settore HoReCa-7,89 %, input dai consumatori delle famiglie urbane-5,43%) (Dumitru et al. 2021).

Molti autori confermano la complessità del processo di gestione per garantire la qualità nella produzione di panetteria e pasticceria (Garske et. al. 2020). Secondo studi recenti, in Romania i prodotti da forno più consumati sono i più economici, come il pane bianco e i bagel, mentre quelli con un valore nutritivo più elevato vengono preferiti con l'aumentare del reddito (Ladaru et al., 2021). Inoltre, in termini di sostenibilità, la comprensione degli impatti ambientali di un FSC completo è importante per l'industria alimentare per aiutare a elaborare strategie utili a ridurre l'impatto dei prodotti attuali e futuri (Ladaru et al. 2021). In questo contesto, le misure di riduzione dei rifiuti lungo l'FSC in questo settore rappresentano una questione molto importante.

I risultati di una recente ricerca condotta in Romania per valutare il comportamento dei consumatori rumeni nei confronti dello spreco alimentare e della prevenzione, indicano la necessità di continuare le campagne di sensibilizzazione ed educazione avviate a livello governativo e della società civile (Pocol et al, 2020).

In Romania è attualmente in vigore la decisione del Governo n. 51/2019 - Norme metodologiche per l'applicazione della Legge n. 217/2016 sulla riduzione dello spreco alimentare.

<https://www.madr.ro/risipa-alimentara/reglementari-europene-si-nationale-referitoare-la-risipa-de-alimente.html>



Sulla base dei dati disponibili, non si hanno sufficienti informazioni per determinare la quantità di rifiuti alimentari generati nell'industria alimentare.

Quasi tutti i settori dell'industria alimentare producono inoltre quantità significative di cosiddetti sottoprodotti, che generalmente non vengono inclusi nella contabilizzazione dei rifiuti.

### **ESTONIA**

In uno studio eseguito dal SEI (*Stockholm Environment Institute*), è stato riportato che nel 2019 circa 31.622 tonnellate di rifiuti organici (rifiuti organici o scarti di mense da cucina, rifiuti di origine animale, olio commestibile e rifiuti alimentari commestibili) sono state raccolte nelle imprese dell'industria alimentare in Estonia, di cui più della metà (52%) è stata prodotta nell'industria che lavora vegetali, il 13% nell'industria della carne e il 9% nella produzione di cereali. In quest'ultima sono incluse anche le imprese che producono farine e cereali, pasta e olio vegetale. Nel 2019, in Estonia, il volume di produzione dell'industria del grano è stato di oltre 144.000 tonnellate.

Secondo il WDMS (sistema estone di gestione dei dati sui rifiuti), nel 2019 sono state generate circa 2.821 tonnellate di rifiuti alimentari nelle aziende di lavorazione del grano (per la produzione di prodotti a base di farina, cereali e olio vegetale). La maggior parte di questi erano rifiuti vegetali (90 %). Tuttavia, nei residui di produzione vengono inclusi anche i sottoprodotti. Ad esempio, nella produzione di farina e cereali, la crusca viene considerata come sottoprodotto, che viene utilizzato in parte come integratore alimentare, ma soprattutto come mangime per animali. Esistono comunque alcuni regolamenti per utilizzare i sottoprodotti della produzione di cereali per alimenti e mangimi.

<https://www.sei.org/wp-content/uploads/2022/05/policy-brief-the-generation-of-food-waste-and-food-loss-in-the-estonian-food-supply-chain.pdf>

Secondo il Ministero dell'Ambiente della Repubblica di Estonia, nel settembre 2015, gli obiettivi di sviluppo sostenibile programmati per i

successivi 15 anni, ossia fino al 2030, sono stati concordati a livello globale. Gli Stati membri delle Nazioni Unite, inclusa l'Estonia, avrebbero dovuto e dovrebbero perseguire questi obiettivi nelle proprie strategie politiche. L'obiettivo di sviluppo sostenibile 12.3 affronta lo spreco alimentare come segue: "Ridurre della metà lo spreco alimentare generato dal commercio al dettaglio e dai consumatori. Ridurre la perdita di cibo nella catena di produzione e di approvvigionamento, comprese le perdite post-raccolto entro il 2030".

Sebbene i dati ottenuti dal confronto tra la quantità di rifiuti alimentari generati nelle diverse fasi della filiera alimentare estone e quelli riferiti a paesi europei economicamente più sviluppati mostri che sia i consumatori estoni sia le aziende della filiera alimentare generino meno spreco alimentare, anche l'Estonia gioca un ruolo importante nello spreco alimentare globale ed è quindi necessario adottare misure per ridurre in generale la generazione di spreco alimentare.

Source: <https://envir.ee/ringmajandus/jaatmed/toidujaatmed>

Sono state intraprese numerose iniziative e avviati diversi programmi per dare priorità ai problemi alimentari e per ridurre le perdite e gli sprechi alimentari. Di seguito alcuni esempi:

- “Consumo alimentare intelligente” (“*Tarbi toitutu targalt*”) - È stato realizzato materiale didattico per le scuole sulla prevenzione e la riduzione dello spreco alimentare. Può essere utilizzato come materiale didattico sul tema della riduzione e prevenzione dello spreco alimentare, ma allo stesso tempo fornisce alle scuole una conoscenza più ampia su come contribuire a un sistema alimentare sostenibile.
- “Ciclo di vita del cibo” (“*Toidu eluring*”) -sono stati realizzati studi su gruppi target in base all'età e al livello di istruzione dei soggetti campione: 2° livello (4-5 anni), 3° livello (6-9 anni), adulti. Il programma fornisce una panoramica per valutare l'impatto dell'attività umana sull'ambiente, analizzare le cause dello spreco alimentare e trovare soluzioni a tale problematica. Il programma è strutturato nel modo più pratico possibile per avere conoscenze che possono essere portate nella vita di tutti i giorni.

- “Grazie dal cibo!” (*“Väärtustades toitu”*) - Approccio di apprendimento sullo spreco alimentare nell'istruzione non formale. Il progetto si rivolge a famiglie, operatori e personale educativo, studenti. Gli obiettivi principali sono (1) sensibilizzare i consumatori sulle possibilità di ridurre lo spreco alimentare nelle famiglie, compresa la condivisione di consigli sugli alimenti, spiegare le etichette degli alimenti in commercio, preparare materiali didattici, condurre seminari tematici e corsi di formazione per adulti e lezioni nelle scuole, ecc. (2) richiamare l'attenzione del pubblico sugli effetti globali dello spreco alimentare e sull'importanza di ridurre tale fenomeno, anche attraverso i media pubblici e le campagne di informazione.
- “Mangia cibi che rispettano il clima!” (*“Söö kliimasõbralikku toitu!”*) - Questa iniziativa promuove il consumo di alimenti di origine vegetale a discapito di quelli di origine animale, la preferenza e il consumo di prodotti alimentari locali, alimenti biologici o la coltivazione del proprio cibo, la sostenibilità nella preparazione e nella cottura dei cibi, evitando lo spreco alimentare e promuovendo il riciclaggio e la raccolta differenziata dei diversi tipi di rifiuti.
- “Prevenzione e riduzione dello spreco e della perdita di cibo nelle scuole” (*Toidujäätmete ja toidukao vältimine ja vähendamise koolides*)- Lo scopo del progetto è la divulgazione di materiale didattico per sensibilizzare gli studenti, i ristoratori scolastici e gli operatori della mensa scolastica sulle possibilità di prevenire e ridurre lo spreco e la perdita di cibo, fungendo da supporto per aiutare le persone coinvolte a ridurre la generazione di rifiuti alimentari a tutti i livelli educativi. Il materiale viene fornito dallo Stockholm Environment Institute di Tallinn.
- “Impatto ambientale del cibo” (*“Toidu keskkonnamõju”*) - Poster sull'impatto ambientale del cibo a tutti i livelli educativi.
- “Rispetta pienamente il cibo!” (*“Austa toitu jäägitult!”*) - Indicazioni e consigli generali, su cosa possa fare ogni individuo per rispettare il cibo e contribuire a ridurre lo spreco alimentare.

Gli effetti ambientali, economici e sociali legati allo spreco e alla perdita di cibo sono oggetto di crescente attenzione a livello globale, a livello dei paesi dell'Unione Europea, Estonia inclusa. Secondo l'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura, ogni anno nel mondo un terzo di tutto il cibo prodotto per il consumo umano viene sprecato. Lo spreco alimentare è accompagnato da emissioni di gas serra, uso non necessario di acqua e terreni agricoli e perdita di biodiversità.

Il piano d'azione per la transizione verso un'economia circolare dell'Unione europea prevede che gli Stati membri inizino a comunicare i dati sulla generazione di rifiuti alimentari ogni anno e nel 2023 sarà fissato l'obiettivo europeo di ridurre la generazione di rifiuti alimentari. Entro il 31 dicembre 2023 deve essere organizzata la raccolta differenziata dei rifiuti organici o il compostaggio presso il punto di origine.

### **ITALIA**

Nel 2016 in Italia è stata approvata la Legge Gadda 166/2016, che regola la redistribuzione delle eccedenze alimentari ai bisognosi.

Con questa legge è stato istituito anche l'Osservatorio nazionale sulle Eccedenze, i Recuperi degli Sprechi Alimentari (OERSA), che ha due obiettivi prioritari:

- ✓ raccogliere dati riguardo il settore della produzione primaria e dei consumatori;
- ✓ stabilire programmi educativi e campagne di sensibilizzazione.

In Italia nel 2013 è stata approvata la legge 155/2003 – la cosiddetta Legge del Buon Samaritano – che semplifica le procedure di donazione di cibo supportando le organizzazioni non-profit nella distribuzione di prodotti alimentari a fini di solidarietà sociale.

Ulteriori passi in avanti sono stati compiuti con l'introduzione della legge 166/2016 che incentiva la donazione e la distribuzione di prodotti alimentari e farmaceutici a fini di solidarietà sociale e per la limitazione degli sprechi, semplificando la burocrazia, riguardo detrazioni fiscali da donatori pubblici o privati.

Gli obiettivi principali di questa legge sono:

- promuovere il recupero e la donazione delle eccedenze alimentari, principalmente alle persone indigenti e bisognose;
- ridurre l'impatto ambientale dei FLW attraverso azioni che mirano a diminuire gli sprechi e ad aumentare il ciclo di vita dei prodotti attraverso il riutilizzo e il riciclo;
- sostenere le attività di ricerca e sensibilizzare i consumatori e le istituzioni, puntando sull'educazione dei giovani.

Inoltre, il Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali coordina un Tavolo Permanente sullo Spreco Alimentare (*Food Waste Permanent Table*, FWPT) che programma diverse attività al fine di ridurre lo spreco alimentare a livello nazionale. Lo scopo principale di tali iniziative è la diffusione della conoscenza e la condivisione dei dati tra gli attori chiave del sistema produttivo, gli esperti scientifici e la società nel suo complesso.

Al FWPT partecipano i rappresentanti della filiera produttiva (operatori del settore primario, manifatturiero, industriale, commerciale al dettaglio e dei servizi di ristorazione) e della politica, rappresentanti di diversi ministeri (Salute, Ambiente e Sviluppo economico), organizzazioni caritative e organizzazioni non governative.

Uno degli obiettivi principali di OERSA è quello di ridurre le perdite alimentari, grazie ad una migliore gestione delle eccedenze alimentari, e di limitare l'impatto ambientale della filiera alimentare (Grant F., Rossi L., 2022).

Dal 2013 è attivo anche il *Waste Watcher International Observatory on Food and Sustainability* che progetta controlli annuali sullo spreco alimentare domestico monitorando le abitudini degli italiani in rapporto alla gestione e alla fruizione del cibo.

L'Osservatorio si propone di fornire alla collettività strumenti di comprensione delle dinamiche sociali, comportamentali e degli stili di vita che generano e determinano lo spreco di cibo nelle famiglie: l'obiettivo è quello di fornire una conoscenza comune e condivisa, per orientare le politiche e le azioni di prevenzione dello spreco alimentare delle persone coinvolte a livello pubblico o privato. Waste Watcher conduce una ricerca realizzata con metodo scientifico, basata su opinioni e percezioni.

Studiare le cause sociali e comportamentali dello spreco permette di fornire conoscenza, cultura e supporto alla progettazione di azioni (pubbliche o private) finalizzate alla riduzione dello spreco alimentare delle famiglie. Negli anni un preciso lavoro di analisi e un monitoraggio periodico ha permesso di ingrandire il campo di osservazione su temi collegati allo spreco alimentare domestico in un'ottica di economia circolare e di sviluppo sostenibile. (<https://www.sprecozero.it/waste-watcher/>)

### Bibliografia

1. Analiză de situație – CNEPSS – Centrul Național de evaluare și prioritate a stării de sănătate, 2019, <https://insp.gov.ro/wpfb-file/analiza-de-situatie-aliment-2019-pdf/>
2. Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 Amending Directive 2008/98/EC on Waste (Text with EEA Relevance). OJ L 150, 14.6.2018, Directive (EU) 2018/851. 2018, pp. 109–140. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32018L0851>
3. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives (OJ L 312, 22.11.2008, pp. 3–30).
4. Dumitru O.M., Iorga C.S., Mustatea G. 2021. Food Waste along the Food Chain in Romania: An Impact Analysis. *Foods*, 10, 2280. <https://doi.org/10.3390/foods10102280>
5. EU Food Loss and Waste Prevention Hub-Member State Page: Romania [https://ec.europa.eu/food/safety/food\\_waste/eu-food-loss-waste-prevention-hub/resources/country/RO](https://ec.europa.eu/food/safety/food_waste/eu-food-loss-waste-prevention-hub/resources/country/RO)
6. Eat climate-friendly food! (Söö kliimasõbralikku toitu!) <https://www.kliimamuutused.ee/mida-saan-mina-teha/kliimasobralik-toit> )
7. European Commission. *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: A Farm to Fork Strategy for a Fair, Healthy and Environmentally-Friendly Food System*; COM(2020) 381 Final from 20.05.2020; European Commission: Brussels, Belgium, 2020.
8. European Commission. EU Platform on Food Losses and Food Waste. Terms of Reference (ToR). 2019. Available online:

- [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fw\\_eu-actions\\_flw-platform\\_tor.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fw_eu-actions_flw-platform_tor.pdf)
9. European Commission. Recommendations for Action in Food Waste Prevention. Developed by the EU Platform on Food Losses and Food Waste. 2019. Available online: [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fs\\_eu-actions\\_action\\_implementation\\_platform\\_key\\_recommendations.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fs_eu-actions_action_implementation_platform_key_recommendations.pdf)
  10. European Union (EU). EU FUSIONS Website. Available online: <http://www.eu-fusions.org/> (accessed on 10 July 2022).
  11. Folkerts, H.; Koehorst, H. (1998) Challenges in international food supply chains: vertical co-ordination in the European agribusiness and food industries, *British Food Journal* 100(8/9): 385-388, ISSN/ISBN: 0007-070X.
  12. Garske, Beatrice, Katharine Heyl, Felix Ekardt, Lea Moana Weber, and Wiktoria Gradzka. 2020. "Challenges of Food Waste Governance: An Assessment of European Legislation on Food Waste and Recommendations for Improvement by Economic Instruments" *Land* 9, no. 7: 231. <https://doi.org/10.3390/land9070231>
  13. Giordano, Claudia, Luca Falasconi, Clara Cicatiello, and Barbara Pancino. 2020. "The Role of Food Waste Hierarchy in Addressing Policy and Research: A Comparative Analysis." *Journal of Cleaner Production* 252. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119617>
  14. Goryńska-Goldmann, Elżbieta, Michał Gazdecki, Krystyna Rejman, Joanna Kobus-Cisowska, Sylwia Łaba, and Robert Łaba. 2021. "How to Prevent Bread Losses in the Baking and Confectionery Industry?-Measurement, Causes, Management and Prevention" *Agriculture* 11,no. 1: 19. <https://doi.org/10.3390/agriculture11010019>
  15. Grant F., Rossi L. (2022) The Italian Observatory on Food Surplus, Recovery, and Waste: The Development Process and Future Achievements, *Frontiers in Nutrition*, Volume 8, 2022, <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2021.787982>, DOI=10.3389/fnut.2021.787982, ISSN=2296-861X
  16. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5889925/OSLO-EN.PDF>
  17. <https://envir.ee/ringmajandus/jaatmed/toidujaatmed>
  18. <https://www.madr.ro/risipa-alimentara/reglementari-europene-si-nationale-referitoare-la-risipa-de-alimente.html>

19. <https://www.sei.org/wp-content/uploads/2022/05/policy-brief-the-generation-of-food-waste-and-food-loss-in-the-estonian-food-supply-chain.pdf>
20. <https://www.sprecozero.it/waste-watcher/>
21. Ishangulyyev Rovshen, Sanghyo Kim, and Lee Sang Hyeo. 2019. "Understanding Food Loss and Waste-Why Are We Losing and Wasting Food?" *Foods*. 2019 Aug; 8(8): 297. <https://doi.org/10.3390/foods8080297>.
22. Ishangulyyev Rovshen, Sanghyo Kim, and Lee Sang Hyeo. 2019. "Understanding Food Loss and Waste-Why Are We Losing and Wasting Food?" *Foods*. 2019 Aug; 8(8): 297. <https://doi.org/10.3390/foods8080297>
23. Lădaru, Georgiana-Raluca, Marian Siminică, Maria Claudia Diaconeasa, Diana Maria Ilie, Carmen-Elena Dobrotă, and Marian Motofeanu. 2021. "Influencing Factors and Social Media Reflections of Bakery Products Consumption in Romania" *Sustainability* 13, no. 6: 3411. <https://doi.org/10.3390/su13063411>
24. Leverenz D., Schmid D., Hafner G., Kranert M. Backwarenverluste in Bäckereien Aufkommen und Einflussfaktoren; Proceedings of the REFOWAS-Abschlusskonferenz; Berlin, Germany. 19 March 2018.
25. Leverenz Dominik, Felicitas Schneider, Thomas Schmidt, Gerold Hafner, Zuemmy Nevárez, and Martin Kranert. 2021. "Food Waste Generation in Germany in the Scope of European Legal Requirements for Monitoring and Reporting." *Sustainability*, 13, 6616. <https://doi.org/10.3390/su13126616>
26. Life-cycle of food (Toidu eluring) <https://maaelumuuseumid.ee/programmid/toidu-eluring/>
27. Mena, C.; Terry, L.A.; Williams, A.; Ellram, L. (2014). Causes of waste across multi-tier supply networks: Cases in the UK food sector. *Int. J. Prod. Econ.*, 152, 144–158.
28. Mithun A.S., Golam K., Muktadir, M., Rumi, J., (2019). Framework for Evaluating Risks in Food Supply Chain: Implications in Food Wastage Reduction. *Journal of Cleaner Production*. 228. 10.1016/j.jclepro.2019.04.322.
29. Pocol, Cristina Bianca, Margaux Pinoteau, Antonio Amuza, Adriana Burlea-Schiopoiu, and Alexandra-Ioana Glogovețan. 2020. "Food Waste Behavior among Romanian Consumers: A Cluster Analysis" *Sustainability* 12, no. 22: 9708. <https://doi.org/10.3390/su12229708>
30. Prevention and reduction of food waste and food loss in schools (Toidujäätmete ja toidukao vältimine ja vähendamise koolides)



## Capitolo 2

31. <https://keskkonnaharidus.ee/et/oppematerjalid/juhendmaterjal-toidujaatmete-ja-toidukao-valtimine-ja-vahendamine-koolides>
32. Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and Council of 28 January 2002, Setting Forth the General Principles and Requirements of Food Law, Establishing the European Food Safety Authority, and Proposing Food Safety Procedures: Regulation (EC) No 178/2002. 2002. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A32002R0178>
33. Respect food completely! (Austa toitu jäägitult!) <https://envir.ee/toiduj%C3%A4%C3%A4tmed>
34. Sincerely, food! Vă mulțumim pentru salvare. (Väärtustades toitu) <https://ekyl.ee/projektid/vaartustadestoitu>
35. The environmental impact of food (Toidu keskkonnamõju) <https://keskkonnaharidus.ee/et/oppematerjalid/toidu-keskkonnamoju>
36. Van der Vorst, Jack. (2006). Performance measurement in agri-food supply-chain networks - An overview. 10.1007/1-4020-4693-6\_2.
37. “Wise food consumption” (“Tarbi toitu targalt”) <https://tarbitoitutargalt.ee/haridusasutusele/>

## Capitolo 3

### **Possibili cause di spreco alimentare (FW) nella fase di trasformazione e stoccaggio dei prodotti sfarinati. Degradazione e alterazione dei prodotti. Infrastrutture per lo stoccaggio.**

#### **3.1. Cause dello spreco alimentare (FW) nella fase di trasformazione e stoccaggio della farina**

La farina è la materia prima di base ed è l'ingrediente principale dei prodotti da forno e farinacei. La più utilizzata è la farina di frumento e solo per alcuni tipi di pane vengono aggiunti altri tipi di farina. A seconda della tecnologia di lavorazione, la farina viene classificata in farina di frumento integrale (che comprende crusca, germe ed endosperma) e farina di frumento raffinata (che comprende solo endosperma). La farina integrale, per la sua composizione, è un'importante fonte di fibre alimentari, vitamine, minerali e composti fitochimici.

A seconda del contenuto proteico, le farine possono essere suddivise in farine di frumento a basso, a medio contenuto e ad alto contenuto di glutine.

Nella fabbricazione dei prodotti possono essere utilizzati tre tipi di farina di frumento: farina bianca, farina semibianca e farina dietetica, in funzione del contenuto massimo di ceneri della farina moltiplicato per 1000 o del grado di estrazione (Zhou, et al. 2022).

Nel processo di panificazione, le perdite che possono verificarsi a causa di una scarsa qualità della farina in riferimento alle proprietà fisico-chimiche o microbiologiche. Una farina di bassa qualità porterà a prodotti da forno di bassa qualità e di conseguenza le perdite di prodotto aumenteranno nelle diverse fasi tecnologiche. Errori nella consegna della materia prima o nelle condizioni di conservazione (temperatura, umidità, cattiva igiene, scarsa disinfestazione) possono avere un impatto negativo significativo sulla qualità dei prodotti sfarinati (Figura 3.1).

La qualità della farina viene verificata al momento della consegna, prima dello stoccaggio, per stabilirne le caratteristiche organolettiche e fisico-chimiche, confrontandole con quelle previste dalla normativa. A tale scopo, da ciascun lotto vengono prelevati campioni, che vengono miscelati per uniformità per poterne ottenere il campione medio.

I parametri che vengono analizzati per stabilire la qualità della farina includono: colore, odore, sapore, infestazione, impurità metalliche, granulazione, contenuto di glutine umido, umidità, ceneri e acidità. Qualsiasi deviazione dagli standard di qualità della farina si riflette sul prodotto da forno finito risultando in prodotti difettosi che poi diventeranno perdite e scarti. Questa è la ragione per cui la qualità della farina dal punto di vista fisico-chimico e microbiologico è considerata un fattore determinante per evitare perdite tecnologiche in panificazione.

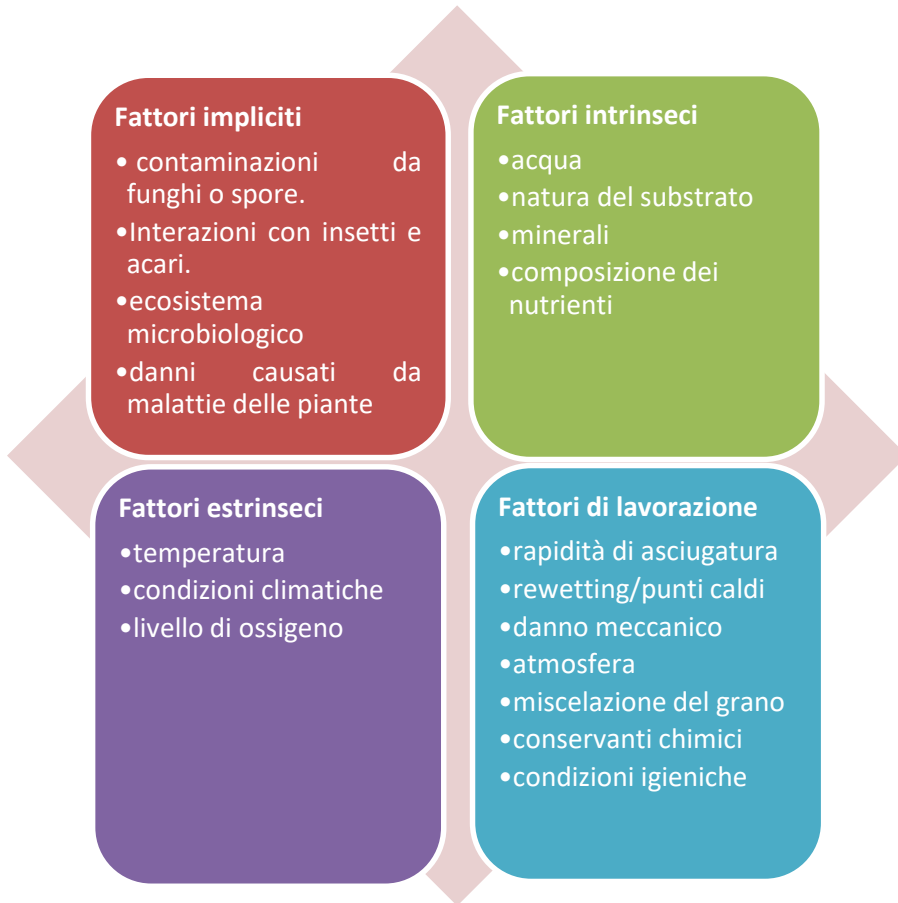
L'odore, il sapore, la presenza di contaminanti e l'acidità sono parametri indicativi sullo stato di conservazione e sulla sicurezza della farina.

Dal momento che i diversi tipi di farina si differenziano in base al contenuto di ceneri, il colore della farina dal grado di estrazione: le farine di ridotta estrazione, provenienti solo dall'endosperma del chicco, hanno colore bianco con sfumatura giallastra, mentre quelle di maggiore estrazione, nella cui composizione sono comprese parti di crusca, hanno colore bianco con sfumatura giallastra grigio o grigio chiaro.

Quanto più alta è la percentuale di crusca presente nella farina, tanto più avanzato è il grado di estrazione e tanto più scuro sarà il colore della farina. Il colore del prodotto da forno, a sua volta, dipende in gran parte dal colore della farina, poiché l'enzima tirosinasi ossida questo amminoacido nella farina, con formazione di composti neri chiamati melanine (Alexa, 2008). Anche i difetti della crosta del pane sono dovuti a questi composti, un contenuto elevato provoca un'accentuata doratura dei prodotti da forno e porta a scarti dovuti quindi alla scarsa qualità della farina.

La granulometria della farina è anch'essa un fattore di grande importanza nella fabbricazione dei prodotti da forno, in quanto condiziona notevolmente i processi chimici, biochimici e colloidali, nonché le proprietà reologiche dell'impasto, da cui dipende la qualità dei prodotti da forno.

Una farina di opportuna granulometria, a seconda del tipo di prodotto che si vuole ottenere, porterà a prodotti da forno privi di difetti e di conseguenza ad una riduzione delle perdite.

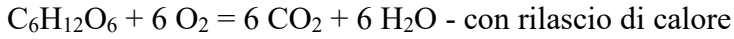


**Figura 3.1.** Fattori responsabili della qualità della farina per evitare perdite di fase di conservazione (Magan and Aldred, 2007).

Il deterioramento della farina si verifica quando lo stoccaggio avviene in condizioni improprie (Tabella 3.1.) e può derivare sia da processi naturali (microbiologici e biochimici) che avvengono nella farina, che portano all'autoriscaldamento e allo stampaggio, sia a causa alla sua degradazione da parte degli insetti (parassiti del fienile).

I casi più frequenti di alterazione si verificano in seguito al processo di respirazione che avviene secondo la seguente reazione:

### Capitolo 3



Quanto più intenso è il processo di respirazione, tanto più si accumulano calore e umidità, che in condizioni di conservazione inadeguate innescano autoriscaldamento della farina, accompagnato dalla formazione di grumi (fenomeno detto "indurimento"), oltre che di muffe, a causa dello sviluppo di microflora nella farina. Nella fase iniziale, l'autoriscaldamento conferisce alla farina un odore di stantio.

La forma di alterazione principale della farina è dovuta alla presenza di larve o insetti adulti, ed è caratterizzata dalla formazione di grumi dovuti ai fili viscosi che essi secernono.

I parassiti più frequenti sono: la talpa (*Tenebrio molitor*), detta anche coleottero grande della farina, il coleottero piccolo (*Tribolium confusum*), il coleottero bruno (*Tribolium castaneum*), l'acaro della farina (*Acarus siro*) e la tignola (*Pyralis farinalis*). L'alterazione della farina a seguito dell'infestazione di questi parassiti è favorita a causa della loro rapida proliferazione.

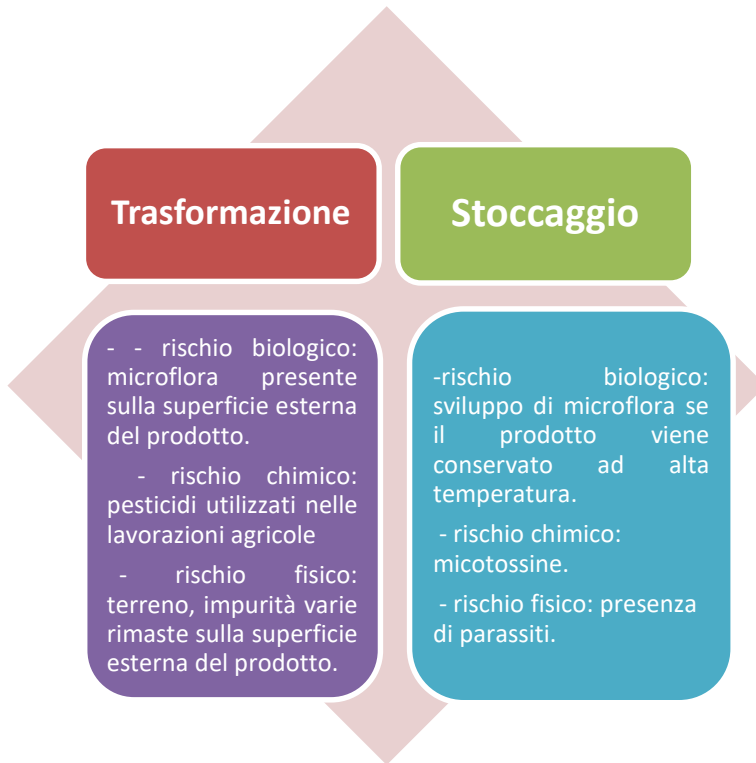
**Tabella 3.1.** Cause di degradazione della farina in fase di stoccaggio

Cause di degradazione della farina	Parametri da controllare	Interventi
<b>Condizioni di stoccaggio inadeguate</b> <b>Umidità inadeguata e assenza di ventilazione</b>	Umidità, ventilazione nei locali di stoccaggio	I magazzini devono essere puliti, asciutti, salubri e ben ventilati, temperatura dell'aria = 10-12°C
<b>Posizionamento inadeguato dei sacchi di farina</b>	Configurazione dello spazio di stoccaggio	– i sacchi di farina devono essere riposti su grate di legno per garantire la ventilazione delle cataste e per evitare l'assorbimento di umidità dal pavimento – tra le cataste di sacchi e le pareti o tra due cataste deve essere lasciato uno spazio minimo di ispezione e ventilazione di 0,5 m.

<b>Grado di infestazione</b>	Controllo degli insetti	<p>Installazione di trappole per il controllo degli insetti</p> <p>I luoghi infestati devono essere disinfettati con sostanze insetticide.</p> <p>Gli Insetti devono essere eliminati dalla la farina mediante setacciatura con apposito setaccio, eliminando così le larve, le crisalidi e anche gli insetti adulti.</p> <p>I resti della farina infestata, devono essere distrutti bruciandoli.</p> <p>I magazzini devono essere mantenuti sempre puliti e ventilati, queste misure sono le più efficaci per prevenire la formazione di focolai di infestazione.</p>
<b>Contaminazione da funghi e micotossine</b>	Controllo microbiologico	Metodi fisico-chimici per la decontaminazione

Al fine di evitare la degradazione delle farine e prevenire i rischi connessi al trasporto e allo stoccaggio (Figura 3.2), sono necessarie opportune misure di controllo nei magazzini. Il magazzino per i sacchi di farina deve essere un locale che assicura le seguenti condizioni di conservazione: costante temperatura di 10-12°C, buona ventilazione e sufficiente luce naturale (coefficiente di luminosità, che rappresenta il rapporto tra la superficie delle finestre e quella del pavimento= 0,12). I sacchi devono essere disposti in massimo 6 file in altezza nella stagione calda e massimo 10 file nella stagione fredda, e collocati su piattaforme o grate, che permettono alla farina di aerare. Quando si posizionano i sacchi di farina all'interno del magazzino, bisogna tenere conto delle seguenti distanze minime:

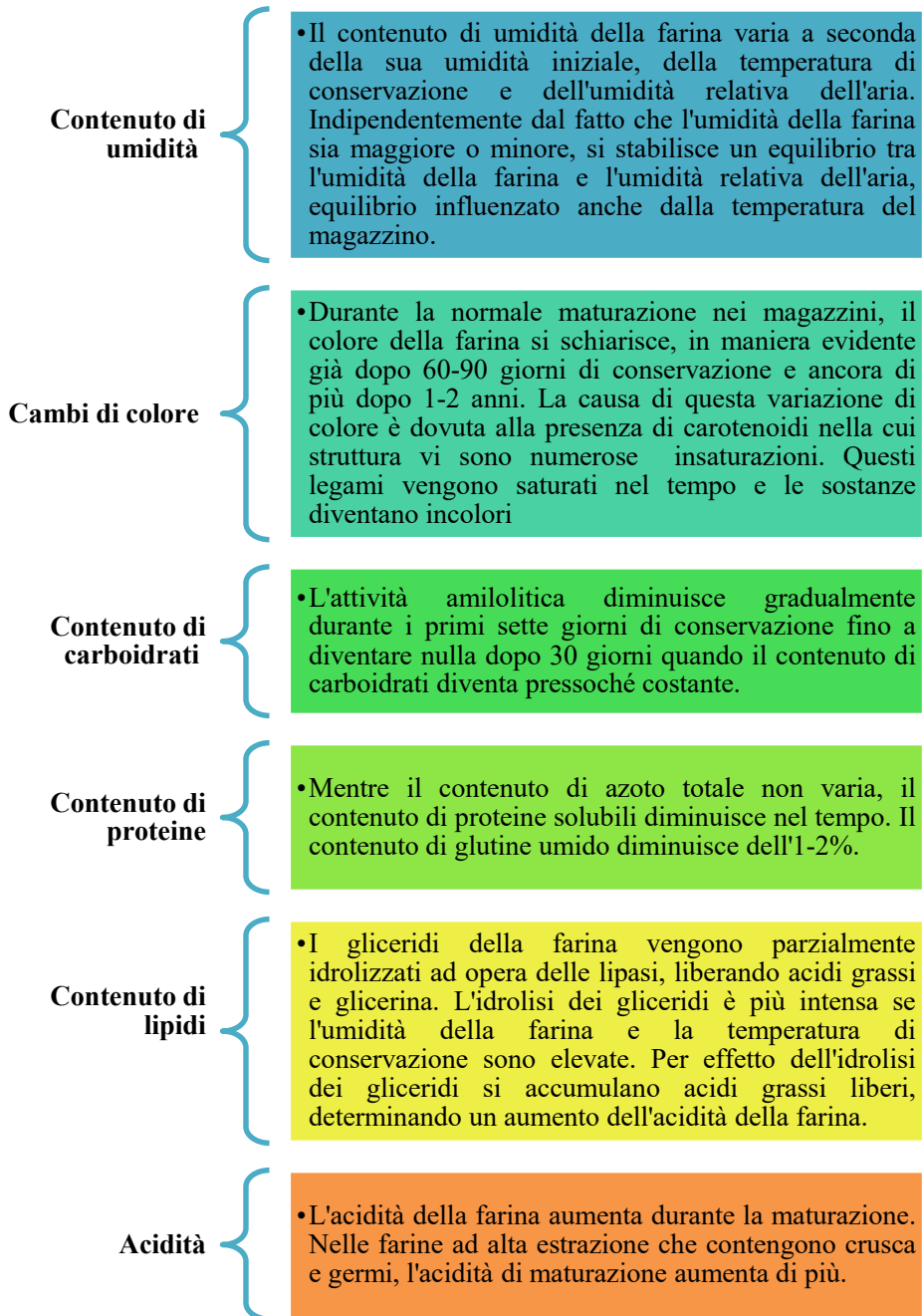
- tra i sacchi e il muro - 0,4 m,
- tra due sacchi - 0,75 m, se non è prevista circolazione, e 1,5-2,5 m, se lo spazio tra i sacchi costituisce anche lo spazio per la circolazione (Alexa et al., 2004).



**Figura 3.2.** Cause di rischio nella fase di trasformazione e stoccaggio dei prodotti farinacei

### **3.2. Cause di FW dovute ai processi fisico-chimici che avvengono durante lo stoccaggio delle farine**

Nella farina prodotta e immagazzinata avvengono una serie di processi fisici, chimici e biochimici, che dipendono anche dalle condizioni di conservazione. Questi processi possono portare sia al miglioramento delle proprietà panificabili della farina, sia al loro peggioramento. Errori nel processo produttivo peggiorano la qualità della farina generando perdite di prodotto e scarti di lavorazione (Figura 3.3.).



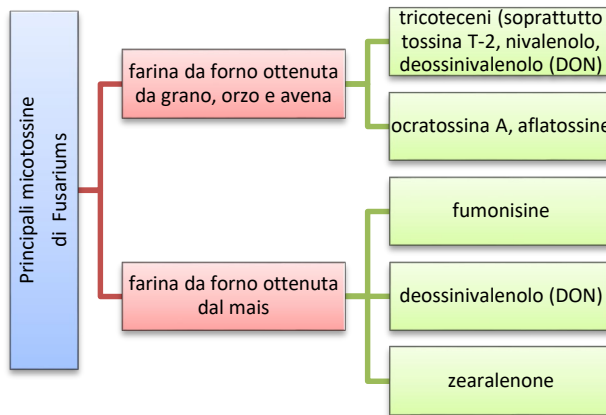
**Figura 3.3.** *Processi che avvengono durante lo stoccaggio della farina e che incidono sulla qualità dei prodotti da forno e sul FW.*



La durata della maturazione naturale della farina dipende da diversi fattori che includono: la qualità iniziale della farina, la sua estrazione e umidità, la temperatura di conservazione, l'aerazione. La durata della maturazione naturale della farina è maggiore se la farina è di scarsa qualità e la temperatura in magazzino è bassa. È stato dimostrato che la maturazione della farina è accelerata a 25-45°C.

#### **3.3. Cause di spreco alimentare per contaminazione microbica durante la conservazione**

Il controllo fisico-chimico e microbiologico nei magazzini delle farine è di fondamentale importanza per garantire la qualità della farina durante il periodo di stoccaggio. Dal punto di vista microbiologico, il maggior rischio di contaminazione della farina nei depositi di stoccaggio è la contaminazione da micotossine dovuta a condizioni ambientali non idonee. Il consumo di prodotti a base di cereali rappresenta la principale fonte alimentare di esposizione alle micotossine. La farina di frumento può andare incontro a contaminazione da micotossine nella fase di coltivazione o durante lo stoccaggio da parte di funghi tossigeni, come *Aspergillus spp.*, *Fusarium spp.*, *Penicillium spp.* e *Alternaria spp.* L'ingestione di alimenti trasformati come pane e prodotti da forno, cereali per la colazione, snack rappresenta la principale fonte di contaminazione per l'uomo. Nella maggior parte dei casi, la contaminazione è dovuta a micotossine di *Fusarium* che possono entrare nella catena alimentare dei cereali temperati (Figura 3.4).



**Figura 3.4.** *Principali micotossine di Fusarium che possono entrare la catena alimentare nei cereali temperati.*

I prodotti da forno sono suscettibili a contaminazione fungina che ne riduce la durata di conservazione, con conseguenti sprechi alimentari e perdite economiche. Oltre agli aspetti legati alle perdite subite, la contaminazione fungina provoca anche problemi di salute vista la tossicità dei composti che si generano.

Questa è la ragione per cui il controllo dei funghi è il metodo migliore per ridurre gli sprechi nell'industria della panificazione e allo stesso tempo per prolungare la durata di conservazione dei prodotti da forno. Diversi metodi vengono applicati per ridurre la contaminazione da funghi e micotossine e questi includono metodi fisici (sterilizzazione a radiofrequenza, sterilizzazione a microonde, asciugatura, luce pulsata e trattamento con lampada al mercurio a bassa pressione) e aggiunta di conservanti chimici (propionato di calcio, sorbato, benzoati, nitriti e solfiti).

Sebbene i metodi fisici siano migliori per mantenere il gusto, spesso distruggono il valore nutrizionale dei prodotti da forno e sono in genere costosi (Liu et al., 2022). La normativa europea fissa il livello massimo ammesso di micotossine nelle farine e nei prodotti da forno (Tabella 3.2.)

**Tabella 3.2.** Livelli di micotossine nei prodotti a base di cereali ai sensi del REGOLAMENTO (CE) N. 1881/2006 DELLA COMMISSIONE del 19 dicembre 2006 che stabilisce i livelli massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari ([https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L\\_.2006.364.01.0005.01.ENG &toc=OJ%3AL%3A2006%3A364%3AFULL](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2006.364.01.0005.01.ENG &toc=OJ%3AL%3A2006%3A364%3AFULL))

<b>Prodotti alimentari</b>		<b>Livelli massimi (µg/kg)</b>	
<b>1</b>	<b>Aflatoxins</b>	B <sub>1</sub>	Sum of B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , G <sub>1</sub> and G <sub>2</sub>
<b>1.1</b>	Tutti i cereali e tutti i prodotti derivati dai cereali, compresi i prodotti trasformati a base di cereali	2,0	4,0
<b>2</b>	<b>Ocratossina A</b>		
<b>2.1</b>	Tutti i prodotti derivati da cereali non trasformati, compresi i prodotti a base di cereali trasformati e i cereali destinati al consumo umano diretto		3,0
<b>2.2</b>	Alimenti trasformati a base di cereali e alimenti per lattanti e bambini piccoli		0,50
<b>3</b>	<b>Deossinivaleno</b>		
<b>3.1</b>	Cereali destinati al consumo umano diretto, farina di cereali (compresi farina di mais, farina di mais e semola di mais, crusca) come prodotto finale commercializzato per il consumo umano diretto		750
<b>3.2</b>	Pasta (secca)		750
<b>3.3</b>	Pane (compresi i piccoli prodotti da forno), dolci, biscotti, merendine ai cereali e cereali per la prima colazione		500
<b>3.4</b>	Alimenti trasformati a base di cereali e baby food per lattanti e bambini piccoli		200
<b>4</b>	<b>Zearalenone</b>		
<b>4.1</b>	Cereali destinati al consumo umano diretto, farina di cereali (compresi farina di mais, farina di mais e semola di mais, crusca) come prodotto finale commercializzato per il consumo umano diretto		75
<b>4.2</b>	Pane (compresi i piccoli prodotti da forno), dolci, biscotti, merendine ai cereali e cereali per la prima colazione		50
<b>5</b>	<b>Fumonisine</b>		Sum of B <sub>1</sub> and B <sub>2</sub>

---

5.1	Alimenti trasformati a base di cereali e baby food per lattanti e bambini piccoli	200
-----	---	-----

---

Sono stati proposti diversi processi fisici e chimici per ridurre l'incidenza dei funghi nelle farine e nei prodotti da forno (Tabella 3.3-3.4).

La luce pulsata è una tecnologia non termica che promuove una rapida inattivazione dei microrganismi. Questo metodo ha trovato applicabilità nella decontaminazione di farine e prodotti da forno. L'inattivazione dei microrganismi durante il trattamento con luce pulsata è attribuibile a processi fotochimici e fototermici. Il plasma freddo o non termico viene generato attraverso scariche elettriche a un gas in condizioni di pressione atmosferica o ridotta (vuoto). Precedenti studi hanno dimostrato che trattando la farina di frumento con plasma freddo i gruppi sulfidrilici delle proteine venivano ossidati, e questi processi si riflettevano in un aumento della viscoelasticità dell'impasto, nonché in un miglioramento della forza dell'impasto e in un tempo di miscelazione ottimale (Lopez and Simsek, 2021).

Il riscaldamento a radiofrequenza (RF) è un tipo indiretto di elettroriscaldamento, in cui l'energia elettrica viene convertita in radiazione elettromagnetica per poi generare calore sul prodotto (Marra et al., 2009).

Il propionato di calcio o altri conservanti chimici possono essere addizionati direttamente ai prodotti da forno; tuttavia, il consumo a lungo termine di questi conservanti può aumentare il rischio di malattie croniche.

I conservanti biologici, d'altra parte, sono più facili da consumare, ecologicamente sostenibili e hanno prospettive di ampie applicazioni nel controllo della contaminazione fungina. I batteri dell'acido lattico (LAB) possono essere considerati “conservante biologico” poiché sono riconosciuti come sicuri e producono metaboliti che possono inibire la crescita dei funghi (Liu et al., 2022).

Guy et al. (2004) hanno dimostrato che il pane integrale, dopo la pulizia e la sgrassatura, conteneva circa il 40-50% dell'OTA indipendentemente dal livello di contaminazione iniziale. Il resto era prevalentemente nelle frazioni di crusca. Nella produzione di pane bianco l'OTA si trovava principalmente nella farina bianca e nel pane (20–30%). Complessivamente, le farine di crusca e frattaglie, importanti sottoprodotti che entrano nelle catene

alimentari, contengono le frazioni di OTA più elevate. Il deossinivalenolo è stabile in molti processi, tuttavia fino al 50% permane alla fermentazione dell'impasto. Per quanto riguarda lo zearalenone, è stato riscontrato che il 60% rimane nel pane e il 50% nella pasta.

I risultati sperimentali effettuati su partite di frumento e farina indicano che non esiste alcuna correlazione tra l'esame organolettico e l'esito dell'esame micologico. I campioni esaminati corrispondevano dal punto di vista organolettico, anche nella situazione in cui era avanzata la contaminazione da micotossine, il che indica la necessità dell'esame analitico micologico per garantire la salubrità dei cereali e dei derivati dei cereali.

Nella panificazione di pane e dolci con cereali contenenti ergotossine è stata osservata una riduzione del 59-100% delle singole ergoline (ergosina, ergocornina, ergometrina, ergotamina,  $\alpha$ -ergocriptina, ergocristina) nel pane integrale, una riduzione del 50-86% in pane di farina di segale e una riduzione del 25-74% nelle torte al triticale (Sancis, 2000).

In Romania sono stati condotti studi sulla possibilità di ridurre la contaminazione da ocratossina A trasformando il grano in farina e pane (Alexa et al., 2004). Per studiare la riduzione della contaminazione da OA attraverso il trattamento termico, la farina contaminata da OA è stata analizzata mediante riscaldamento a temperature comprese tra 150-2000°C, in presenza o in assenza di vapore (Alexa, 2003).

La possibilità di ridurre la contaminazione dei prodotti cerealicoli da ocratossina A mediante metodi fisico-tecnologici di lavorazione, ovvero la macinazione dei chicchi e la rimozione della copertura sotto forma di crusca mediante setacciatura, è stata studiata contaminando artificialmente la farina di frumento con 20g di ocratossina A, tenendolo a riposo per 24 ore e separando l'endosperma dal guscio mediante setacciatura (Cabanès, 2000).

**Tabella 3.3.** *Metodi per ridurre la contaminazione da funghi e micotossine nei diversi tipi di farina diversa durante la conservazione*

Contaminazione	Metodo	Condizioni	Effetto	Riferimenti Bibliografici
Contaminazione della	Riscaldamento a secco	80-180°C 5sec-15 min		Rose et al., 2012

### Capitolo 3

farina con batteri					
<b>Farina di frumento con Staphylococcus aureus, E.Coli</b>	Riscaldamento a secco	290°C 5 min		Riduzione della contaminazione da 2700 cfu/g a 120 cfu/g	Upreti et al., 2010
<b>Farina di frumento con batteri aerobi mesofili ed Enterobacteriaceae</b>	Trattamento chimico	5.0% Acido lattico-NaCl		Riduzione della contaminazione 3.1 ± 0.1 e 4.5 ± 0.0 log cfu/g	Sabillón et al., 2019
<b>Farina contaminata da Saccharomyces cerevisiae</b>	Luce pulsata	Durata di 0.3 µs, con impulsi di 0.49 J/cm <sup>2</sup>		10.1% del <i>Saccharomyces cerevisiae</i> è stato inattivato	Fine and Gervais (2004)
<b>Farina di grano tenero integrale con Salmonella</b>	Luce pulsata	Durata dell'impulso di 10 ms, con lunghezza d'onda di 395 nm		Riduzione di 2,48 log cfu/g del carico di Salmonella	Subedi et al. (2020)
<b>Farina di grano tenero integrale con Salmonella</b>	Luce pulsata	Durata dell'impulso di 10 ms, con lunghezza d'onda di 395 nm applicata durante 60 min		Riduzione del carico di Salmonella di 2,91 log cfu/g	Du et al. (2020)
<b>Farina di frumento contaminata da aerobi mesofili,</b>	Plasma freddo a pressione atmosferica	La frequenza di alimentazione di 9 kHz, tensione a 15-20 kV. Tempo		Nessun livello di riduzione	Bahrami et al. (2016)

### Capitolo 3

termofili e muffe		di trattamento di 60 o 120 s			
<b>Farina biologica per pasticceria di grano tenero bianco contaminata da <i>Salmonella</i></b>	Riscaldamento a radiofrequenza (RF)	Unità di riscaldamento RF da 0,5 kW, 27 MHz, spazi tra gli elettrodi 90 mm e cilindri in polistirene	Riduzioni del carico di <i>Salmonella</i> log cfu/g		Villa-Rojas et al. (2017)
	Pastorizzazione	Unità di riscaldamento RF da 6kW, 27,12 MHz. Distanza tra gli elettrodi 35 mm. Celle di prova in alluminio e 85°C, 33 min	Riduzioni del carico di <i>Enterococcus faecium</i> di 3.7 log cfu/g e del carico di <i>Salmonella</i> di 5 log cfu/g		Liu et al. (2018)
<b>Farina biologica di grano tenero invernale contaminata da <i>Enterococcus faecium</i> <i>Salmonella</i></b>		Unità di riscaldamento RF da 6kW, 27,12 MHz. Distanza tra gli elettrodi 35 mm. Celle di prova in alluminio e 85°C, 27 min	Riduzioni del carico di <i>Enterococcus faecium</i> di 4.9 log cfu/g		
	treatmento a vapore sottovuoto	vapore sottovuoto a 65°C per 8 min	3,57 e 3,21 log CFU/g per <i>E. coli</i> e <i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>enterica</i> serovar <i>Enteritidis</i> PT		Log5 (2010)

### Capitolo 3

<i>faecium</i> , <i>Salmonella</i>			30, rispettivamente.	
<b>Grano infestato da insetti durante lo stoccaggio</b>	Irradiazioni	Trattamento con 1, 10 e 25 kGy di radiazione da una sorgente di 60 Co	1 kGy riduce la vitalità del microrganismo di 2 log, 10 kGy elimina i batteri completamente	Hanis et al.(1988)
<b>Farina con carica microbica</b>	Radiazione ultravioletta combinata con ozono	20 mg/kg di farina	la carica microbica è stata ridotta di ~ 2 log	Laszlo et al. (2008)
<b>Farina di frumento infettata da microrganismi</b>	Irradiazione a radiofrequenza	Trattamento con radiofrequenza fino alla temperatura di 75-100°C, seguito da raffreddamento e aria fredda	Riduzione di 4-7 log della carica batteri	Weaves et al. (2011)
<b>Farina di frumento contaminata con Ocratossina A (OTA)</b>	Cottura in forno elettrico	180°C, senza vapore, 30 minuti	Riduzione del contenuto di OTA da 10 ppm a 3 ppm	Alexa et al., 2004
		200°C, senza vapore, 20 minuti	Riduzione del contenuto di OTA da 10 ppm a 0,5 ppm	Alexa et al., 2004
		250°C, senza vapore, per 30 minuti	Riduzione del contenuto OTA da 10 ppm a un valore non rilevabile	Alexa et al., 2004



**Tabella 3.4.** Riduzione della contaminazione da micotossine mediante metodi fisici

<b>Micotossina</b>	<b>Product</b>	<b>Contenuto (%)</b>	<b>Bibliografia</b>
<b>OTA</b>	pane integrale	40 – 50	Guy et al. (2004)
	frazioni di crusca	50-60	
	pane bianco	20.-.30	
	farina bianca	20 – 30	
<b>Deossinivalenolo</b>	pasta fermentata	50	
<b>Zearalenone</b>	pane	60	
	tagliatelle	50	
<b>DON</b>	granella di mais	10 – 20%	

## Bibliografia

1. Alexa Ersilia, Daniela Mucete, I. Gergen, Nicoleta Hadaruga Mariana Poiana, *Comparative study of TLC and HPLC determination of ochratoxin A in wheat and food products of wheat*, Proceedings of the 12 th International Symposium on Instrumental Planar Chromatography - Budapesta, Ungaria, 236-241, 2004;
2. Alexa, Ersilia - *Contaminanti in produsele vegetale*, Ed. Eurobit, Timisoara, 2003;
3. Cabanes F.J., *Mycotoxinas emergentes*, Rev. Iberosam Micot., 17, 61-62, 2000
4. Sancis V., *Control de micotoxinas emergentes*, Rev. Iberoam Micot., 17, 69-75, 2000;
5. Alexa E., *Flour food technology*, Eurobit Publishing House, 2008, Timisoara, Romania
6. Magan, N., & Aldred, D. (2007). Post-harvest control strategies: minimizing mycotoxins in the food chain. *International journal of food microbiology*, 119(1-2), 131-139.
7. Liu A, Xu R, Zhang S, Wang Y, Hu B, Ao X, Li Q, Li J, Hu K, Yang Y and Liu S (2022) Antifungal Mechanisms and Application of Lactic Acid Bacteria in Bakery Products: A Review. *Front. Microbiol.* 13:924398. doi: 10.3389/fmicb.2022.924398

8. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L\\_.2006.364.01.0005.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2006%3A364%3AFULL](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2006.364.01.0005.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2006%3A364%3AFULL)
9. Magallanes López, A. M., & Simsek, S. (2021). Pathogens control on wheat and wheat flour: A review. *Cereal Chemistry*, 98(1), 17-30.
10. Marra, F., Zhang, L., & Lyng, J. G. (2009). Radio frequency treatment of foods: Review of recent advances. *Journal of Food Engineering*, 91(4), 497–508. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.10.015>.
11. Guy, R.C.E., Scudamore, K.A., Banks, J.N., 2004. Fate of ochratoxin A in the processing of whole wheat grain during extrusion. *Food Additive and Contaminants* 21, 488–497.
12. Rose, D. J., Bianchini, A., Martinez, B., & Flores, R. A. (2012). Methods for reducing microbial contamination of wheat flour and effects on functionality. *Cereal Foods World*, 57(3), 104.
13. Upreti, P., Roberts, J.S., Jalali, R. Heat-treated flour. U.S. patent application 20100092639, 2010.
14. Fine, F., & Gervais, P. (2004). Efficiency of pulsed UV light for microbial decontamination of food powders. *Journal of Food Protection*, 67(4), 787–792. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-67.4.787>.
15. Subedi, S., Du, L., Prasad, A., Yadav, B., & Roopesh, M. S. (2020). Inactivation of Salmonella and quality changes in wheat flour after pulsed light-emitting diode (LED) treatments. *Food and Bioprocess Technology*, 13(1), 166–177. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2020.02.004>
16. Du, L., Jaya Prasad, A., Gänzle, M., & Roopesh, M. S. (2020). Inactivation of Salmonella spp. in wheat flour by 395 nm pulsed light emitting diode (LED) treatment and the related functional and structural changes of gluten. *Food Research International*, 127, 108716. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108716>
17. Bahrami, N., Bayliss, D., Choje, G., Penson, S., Pehinec, T., & Fisk, I. D. (2016). Cold plasma: A new technology to modify wheat flour functionality. *Food Chemistry*, 202, 247–253. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.113>.
18. Vil a-Rojas, R., Zhu, M. J. Marks, B. P., & Tang, J. (2017). Radiofrequency inactivation of Salmonella Enteritidis PT 30 and Enterococcus faecium in wheat flour at different water activities. *Biosystems Engineering*, 156, 7-16. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.01.001>.

19. Liu, S., Ozturk, S., Xu, J., Kong, F., Gray, P., Zhu, M. J., ... Tang, J. (2018). Microbial validation of radio frequency pasteurization of wheat flour by inoculated pack studies. *Journal of Food Engineering*, 217, 68–74. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.08.013>.
20. Log5. CCP pasteurization and sterilization of dry foods. Published online at [www.log5.com/PDF/Log5\\_CCP\\_Brochure\\_Print.pdf](http://www.log5.com/PDF/Log5_CCP_Brochure_Print.pdf). Log5 Corporation, Phoenix, MD, 2010.
21. Hanis, T., Mnukova, J., Jelen, P., Klir, P., Perez, B., Pesek, M., Effect of gamma irradiation on survival of natural microflora and some nutrients in cereal meals. *Cereal Chem.* 65: 381, 1988.
22. Laszlo, Z., Hovorrka-Horvath, Z., Beszedes, S, Kertesz, S., Gyimes, E., Hodur, C., Comparison of the effects of ozone, UV, and combined ozone/UV treatment on the colour and microbial counts of wheat flour. *Ozone Sci. Eng.* 30: 413, 2018.
23. Weaver, G., Akins-Lewenthal, E., Allen, B., Baker, S., Hoerning, D., Peterson, A., Schumacher, R., Warren, B., Microbial reduction in a processing steam of a milled product. U.S. patent application 20110177216, 2011.
24. Sabillón, L, Stratton, J, Rose, D, Bianchini, A. Effect of saline organic acid solutions applied during soft wheat tempering on microbial load and flour functionality. *Cereal Chem.* 2019; 96: 1048– 1059. <https://doi.org/10.1002/cche.10210>
25. Zhou, H.; Xu, A.; Liu, M.; Yan, Z.; Qin, L.; Liu, H.; Wu, A.; Liu, N. Mycotoxins in Wheat Flours Marketed in Shanghai, China: Occurrence and Dietary Risk Assessment. *Toxins* 2022, 14, 748. <https://doi.org/10.3390/toxins1411074>.

## Capitolo 4

### **Possibili cause di FW in fase di lavorazione e confezionamento dei prodotti sfarinati. Perdite inevitabili - inefficienze e disfunzioni tecniche - modalità e variazioni di lavorazione**

#### **4.1. Ricerche e studi effettuati sulle possibili cause di FW nella fase di lavorazione e confezionamento dei prodotti sfarinati.**

Nel tempo, ricercatori e aziende hanno cercato di trovare alternative migliori per ridurre lo spreco alimentare, identificato come una delle maggiori fonti di inefficienza dell'intera filiera alimentare (Tiwari and Khawas, 2021; Gorynska-Goldmann et al., 2021, Svanes et al., 2018). Pertanto, ridurre l'entità del FW è una delle sfide più impellenti per gli operatori del settore alimentare, a partire dai produttori del settore dell'agricoltura fino al consumatore, soprattutto perché l'insicurezza alimentare si è aggravata durante la pandemia di COVID-19 (Gorynska-Goldmann et al., 2021).

Gli agroresidui vengono prodotti a partire dalla raccolta e dalla trasformazione in aree agricole e dalle industrie di trasformazione come quella molitoria e da forno, di estrazione di semi oleosi, distillerie e birrifici, di produzione di malto, dello zucchero, dell'amido e anche dell'industria dolciaria, oltre a quelle deputate alla lavorazione di frutta e verdura. Deversi studi dimostrano che questi rifiuti alimentari contengono un'enorme potenziale come fonte di approvvigionamento proteico per l'alimentazione animale e possono anche essere convertiti in biocarburanti, bioenergia e altri prodotti di valore economico. (Tiwari and Khawas, 2021).

Ajila et al. (2012) riportano che le tecnologie utilizzate per la lavorazione dei sottoprodotti sono generalmente basate su quelle da loro proposte.

Esiste un numero relativamente limitato di studi incentrati su strategie per ridurre le perdite di cibo durante la trasformazione alimentare, mentre la maggior parte è focalizzato sugli scarti agricoli e sulla domanda del mercato; è evidente un particolare interesse per la ristorazione collettiva e per i consumi

domestici. Dumitru et al. (2021) riporta in uno studio condotto in Romania che lo spreco alimentare è dell'8,63% per la ristorazione pubblica e del 6,50% per il consumo domestico. Inoltre, le famiglie rappresentano fino al 40,78% del totale dei consumatori.

Per quanto riguarda il livello di FW dell'intera filiera alimentare, gli studi riportano valori del 3,79%, mentre le perdite più elevate nella lavorazione degli alimenti panificabili (6%) e nell'industria della carne (7%). Inoltre, bisogna considerare anche i problemi legati al costo dei sottoprodotti risultanti da processi tecnologici, e all'eccesso di offerta di materie prime oltre che alla produzione di prodotti difettosi. La distribuzione ha fonti significative di perdite, cattiva gestione dei prodotti e offerta eccessiva di alcuni prodotti che non vengono venduti abbastanza velocemente. Uno studio condotto a tale scopo è stato realizzato tra giugno e settembre 2020 per i quattro anelli della filiera agroalimentare: ristorazione collettiva - HoReCa, distribuzione, trasformazione e produzione primaria, in base a 825 questionari.

Il contatto con gli intervistati e la somministrazione del questionario sono stati effettuati da un sistema software di call center autorizzato. Secondo il fatturato registrato nel 2018, Dumitru et al., 2021 hanno scelto le prime 800 agenzie economiche della Romania coinvolte in ciascun anello della catena alimentare. I metodi di riduzione del FW durante per la trasformazione e la distribuzione degli alimenti sono riportati nella tabella 4.1.

**Tabella 4.1.** *Misure di controllo del FW più efficienti e implementate durante la lavorazione e la distribuzione degli alimenti (Dumitru et al., 2021)*

Metodi	Trasformazione		Distribuzione	
	Metodi più efficienti (%)	Metodi di controllo FW implementati (%)	Metodi più efficienti (%)	Metodi di controllo FW implementati (%)
Utilizzo dei rifiuti come fertilizzanti	1	0	0	0
Donazioni	2	1	4	3
Valorizzazione dei sottoprodotti internamente	11	1	3	1

## Capitolo 4

tramite marketing (ad es. incorporazione in altri prodotti, alimenti per animali)				
Commercializzazione di prodotti a prezzo ridotto	0	0	2	2
Raccolta differenziata	0	0	1	1
Rifiuti da prendere in carico da una società di smaltimento	1	0	1	0
Ottimizzazione della produzione attraverso nuove tecnologie o gestione della fornitura.	1	9	2	8
Altro	0	2	0	1
<b>Nessuno/Non attuabile</b>	<b>63</b>	<b>70</b>	<b>67</b>	<b>64</b>

La tabella 4.1 mostra che la strategia principale per ridurre i rifiuti nell'industria durante la trasformazione degli alimenti è la commercializzazione interna o esterna dei sottoprodotti (ad es. incorporazione in altri prodotti, mangimi), che rappresentano l'11% del totale, mentre la strategia principale per ridurre i rifiuti nella fase di distribuzione degli alimenti è la donazione (4%). Per quanto riguarda l'attuazione delle misure di controllo del FW lungo la catena alimentare, i settori della produzione e della distribuzione alimentare si concentrano sull'ottimizzazione della produzione attraverso moderne tecnologie o sulla gestione dell'offerta (8-9%). Tuttavia, più della metà degli intervistati non conosce le cause o non ha risposto.

Di conseguenza, lo studio condotto in Romania da Dumitru et al., 2021, mostra che un numero significativo di operatori della catena alimentare non è a conoscenza dei metodi per limitare lo spreco alimentare. La tabella 4.2 mostra che le proporzioni per i gruppi di risposte negative - negazione di qualsiasi misura o ignoranza (N/A) - sono superiori al 90%:

**Tabella 4.2.** *Conoscenza delle misure di controllo del FW applicabili nell'industria alimentare (Dumitru et al., 2021)*

Metodi	Metodi esistenti per la riduzione in (%) del FW in Romania	
	Trasformazione degli alimenti	Distribuzione degli alimenti
Incoraggiare le donazioni/ Creare banchi alimentari	3	4
Campagne di sensibilizzazione	0	0
Implementare un sistema di fornitura coerente	1	1
Monitoraggio raccolta/riciclo FW	1	0
Promuovere tecnologie avanzate	0	0
Promuovere una produzione adeguata alle esigenze	0	0
Campagne di vendita	1	2
Provvedimenti legislativi	0	0
Altro	2	2
<b>Nessuno</b>	<b>69</b>	<b>76</b>
<b>N/A</b>	<b>20</b>	<b>15</b>

La lavorazione dei cereali e la produzione di farine hanno un impatto importante sulla produzione di FW anche in Europa e nel mondo. La trasformazione ha spesso un valore significativo data la produzione di materie secondarie che recentemente ha attirato l'attenzione anche a seguito dell'impegno dell'Unione Europea per la transizione verso il modello di economia circolare. Comino et al. (2021) si sono concentrati sull'utilizzo di residui organici ottenuti dalla lavorazione dei cereali, come la polvere di grano, in un'industria molitoria di prodotti biologici di piccole dimensioni. Per quanto riguarda la produzione di farina di grano, Yanova et al. (2019) hanno dimostrato che l'obiettivo principale dovrebbe essere quello di evitare le perdite e gli sprechi nell'industria della farina, in particolare aumentando la qualità dei prodotti. Gli autori mostrano che l'impiego di nuove tecnologie del settore, come l'estrusione, consente di ottenere farina da chicco di grano

estruso con una resa del 96%, del 91% da chicco d'orzo estruso e del 90% da chicco d'avena estruso, che è significativamente maggiore all'utilizzo delle tecnologie esistenti (tabella 4.3).

**Tabella 4.3.** Percentuali (%) della produzione nella lavorazione di grano, orzo e avena con impegno di tecnologie esistenti e tecnologie proposte (Yanova et al. 2019)

Nome del Prodotto	tecnologie esistenti %	tecnologie proposte %
<b>Fumento</b>		
Farina di frumento	77.5	96.0
Farina e crusca da foraggio	18.0	1.4
Prodotti a base di cereali	2.9	0.0
Rifiuti e perdite meccaniche	0.3	0.3
Perdite	1.3	2.3
Totale	100	100
<b>Orzo</b>		
Farina d'orzo	68.0	91.0
Farina e crusca da foraggio	21.0	3.0
Prodotti a base di cereali	6.0	0.0
Rifiuti e perdite meccaniche	3.7	2.7
Perdite	1.3	3.3
Totale	100	100
<b>Avena</b>		
Farina d'avena	64.0	90.0
Farina e crusca da foraggio	25.0	3.7
Prodotti a base di cereali	5.6	0.0
Rifiuti e perdite meccaniche	4.0	3.0
Shrinkage	1.3	3.3
<b>Totale</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

L'utilizzo di metodi tradizionali nella produzione della farina riduce in parte il valore nutritivo (minerali, vitamine, proteine) della farina e già in passato sia i sottoprodotti di grano, sia la farina di bassa qualità sono stati utilizzati per la produzione di mangimi per animali. Impiegando invece le nuove tecnologie, il valore nutritivo del grano viene mantenuto al massimo livello e le farine



sono di qualità superiore e quindi vengono prodotti meno scarti. Yanova et al. (2019) hanno dimostrato che la tecnologia di estrusione proposta per la lavorazione del grano e delle principali colture cerealicole può aumentare la produzione di farina riducendo la quantità di rifiuti, crusca e perdite meccaniche in particolare per: farina di frumento del 18,5%, orzo del 23% e avena del 26%. Verni et al. (2020) affermano che in pratica la maggior parte del pane che non viene consumato viene solitamente smaltito come rifiuto alimentare. Inoltre, come dimostrato da Lebersorger e Schneider (2014), le perdite alimentari sono aumentate considerevolmente da prodotti alimentari che non sono stati venduti e sono stati restituiti per cause diverse, come difetti di imballaggio, data di scadenza o data di vendita.

Evidenze sperimentali dimostrano che gli scarti del pane possono essere ancora utilizzati per il recupero nella digestione anaerobica, nell'alimentazione animale, come substrato per la produzione di lievito da forno e nei biocarburanti (Iakovlieva, 2021).

Tuttavia, anche se tutte le alternative pratiche potrebbero compensare l'impatto ambientale, nessuna di esse compensa le perdite economiche. In considerazione di ciò, Gorynska-Goldmann et al. (2021) hanno recentemente condotto una ricerca per stimare l'entità delle perdite nell'industria della panificazione e della pasticceria in Polonia, per determinarne le cause e valutare il rischio che si verifichino.

Inoltre, sono state condotte ricerche per identificare i punti di recupero e le modalità per ridurre e prevenire le perdite.

Gli autori di questa ricerca hanno riportato perdite stimate del 1,2–8,5% durante la lavorazione industriale dei prodotti da forno e dolciari.

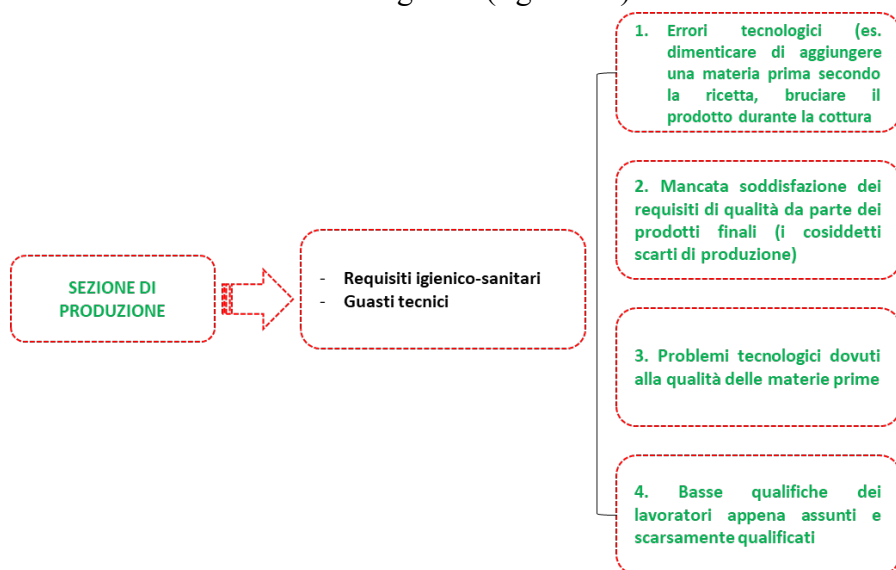
### **4.2. Cause di FW individuate nella fase di lavorazione dei prodotti sfarinati**

Perdite inevitabili - inefficacia e malfunzionamenti tecnici - modalità e modifiche del trattamento.

Gorynska-Goldmann et al. (2021) hanno condotto una ricerca per un periodo di due anni (2017–2018) con particolare attenzione alla riduzione delle perdite

alimentari e allo sviluppo di metodi più sostenibili per la gestione delle risorse nel settore della panificazione e della pasticceria. Gli autori ritengono che le crescenti aspettative dei clienti, abbinate a una produzione più efficiente di prodotti da forno e dolciari, faranno sì che il settore si concentri sulla produzione di prodotti di alta qualità. Nella loro ricerca, gli autori hanno individuato 9 principali categorie di cause dello spreco alimentare (FW) durante la lavorazione nell'industria della panificazione e dolciaria, ma anche altre cause generate da inevitabili perdite, inefficienze tecniche e malfunzionamenti.

Nella sezione produzione sono state individuate due possibili cause di FW, mentre le perdite inevitabili, inefficienze tecniche e malfunzionamenti legati a tali cause sono risultate le seguenti (figura 4.1):



**Figura 4.1.** Possibili cause e perdite nella fase di produzione (Gorynska-Goldmann et al., 2021)

Per questo studio, gli autori hanno raccolto i dati utilizzando un metodo di indagine su Internet che è stata condotta, tra il 2 gennaio e il 20 febbraio 2020, su un campione di 48 pasticcerie polacche. Le informazioni sono state ottenute da cinque approfondite interviste individuali a professionisti del settore. Secondo i risultati, il peso dei beni prodotti perso complessivamente nel

settore della panificazione e della pasticceria nel 2017 e nel 2018 è stato rispettivamente del 2,39% e del 2,63%. L'analisi delle perdite è stata effettuata per le diverse fasi di produzione: stoccaggio materie prime, sezione produzione, stoccaggio prodotto finito, trasporto prodotto finito. Il livello di perdita più elevato è stato riportato nella fase di produzione: 1,56% (2017), 1,85% (2018).

Nello studio condotto da Gorynska-Goldmann et al. (2021), le aziende intervistate hanno riferito che il deterioramento, la presenza di muffe e contaminanti, sono tutti causati da metodi inadeguati per lo stoccaggio o la lavorazione o ancora alla bassa qualità delle materie prime, che rappresentano quindi le cause più frequenti di perdite durante lo stoccaggio. Un'altra causa delle perdite è stata correlata al danno meccanico, che ha provocato il 13% e il 15% della massa delle perdite e ha rappresentato il 43% e il 37% della massa complessiva delle perdite nello stoccaggio. Un terzo della massa delle perdite di produzione (62-65%) è stata causata dalle due probabili fonti riconosciute di FW della sezione di produzione, vale a dire l'incapacità di soddisfare gli standard sanitari e igienici e malfunzionamenti tecnologici. La differenza del 35-38% è stata spiegata dalle perdite inevitabili, inefficienze tecniche e malfunzionamenti.

**Tabella 4.4. Cause di perdite nella fase di lavorazione dei prodotti farinacei**

Cause individuate	Conseguenze
Organizzazione impropria dell'ambiente in cui vengono prodotti i prodotti a base di farina. impurità secondarie. Fattore umano.	Impurità ambientali – pericolo fisico Impurità causate da parassiti. Contaminazione causata da dipendenti che non rispettano le procedure igieniche. <b>Perdite di produzione e reclami dei consumatori</b>
Mancanza di supervisione su macchinari e attrezzature	Qualità inadeguata dei semilavorati pronti per la cottura <b>Perdite di produzione</b>
Condizioni inadeguate di produzione di prodotti farinacei. Impurità secondarie. Fattore umano	Impurità ambientali – pericolo fisico Impurità causate da parassiti. Contaminazione causata da dipendenti che non rispettano le procedure igieniche.

## Capitolo 4

	<b>Perdite di produzione e reclami dei consumatori</b>
Gestione impropria del processo di produzione	Prodotti che non soddisfano i criteri di qualità specificati Peso netto non corretto delle porzioni di pasta pesate <b>Perdite di produzione</b>
Funzionamento inadeguato del forno, senza supervisione dell'apparecchiatura	Mancato rispetto dei parametri del processo; malfunzionamento del forno <b>Perdite di produzione</b>
Mancanza di supervisione su attrezzature e macchinari	Supervisione impropria della manutenzione dell'attrezzatura per affettare I coltelli non affilati possono deformare o danneggiare i prodotti affettati compromettendone l'aspetto <b>Perdite durante la lavorazione</b>
Errori e negligenza dei lavoratori durante l'imballaggio alla rinfusa	Danneggiamento e deformazione della merce che viene smaltita come rifiuto <b>Perdite durante lo stoccaggio dei beni finali o nella vendita al dettaglio</b>
Sopravalutazione degli ordini	Eccessiva produzione di prodotti finali di breve durata che vengono immagazzinati <b>Perdite nello stoccaggio</b>
Mezzi di trasporto non idonei, inadatti al trasporto di generi alimentari, privi di autorizzazione sanitaria. Condizioni igienico-sanitarie non adeguate del mezzo di trasporto.	Ridotta qualità della merce trasportata. Danni permanenti ai beni finali che li rendono invendibili. <b>Perdite nel trasporto</b>

Uno dei motivi principali dello spreco di prodotti farinacei è dovuto il fatto che perdono la loro freschezza molto velocemente e non sono più accettati dai consumatori. Una gestione impropria del processo produttivo può portare a problemi di qualità e quindi a sprechi alimentari dovuti al mancato gradimento dei consumatori.

Ad esempio, il mancato mantenimento di una temperatura adeguata può provocare la crescita microbica causando problemi legati alla sicurezza alimentare, alterazione del prodotto e reclami dei clienti.

La sovrapproduzione è anche una delle principali cause di spreco alimentare nell'industria della panificazione. La sovrapproduzione è spesso causata da un'errata organizzazione delle attività produttive e della distribuzione delle merci.

Inoltre, il mancato rispetto delle norme igieniche durante la lavorazione degli alimenti può portare all'ottenimento di merci che non soddisfacendo i requisiti devono essere rimosse e pertanto verranno sprecate.

Altra causa comune di spreco alimentare nei prodotti sfarinati è l'interruzione della catena del freddo dovuta a un difetto del mezzo di trasporto, della conservazione refrigerata, alla negligenza nel controllo delle condizioni di conservazione, o all'inefficienza della supervisione sul mantenimento della catena del freddo.

### 4.3. Cause di FW nella fase di confezionamento dei prodotti sfarinati

La maggior parte delle perdite durante lo stoccaggio e il trasporto del prodotto finale (circa il 27-29% delle perdite specifiche per ciascuna fase) provenivano da imballaggi rotti. Nei due anni di studio, gli effetti dovuti a guasti variavano ampiamente (dal 4% al 16%).

**Tabella 4.5.** Cause di perdite nella fase di confezionamento (adattato da Gorynska-Goldmann et al., 2021)

Fase del processo	Cause	Perdite rifiuti alimentari (%)
<b>Magazzino prodotti finiti</b>	Imballaggio danneggiato	27–29
	Requisiti igienico-sanitari	9 – 10
	Inevitabili perdite e restituzione di pane invenduto	48 – 57
	Guasti	3 – 16
<b>Trasporto prodotto finito</b>	Sistemi di posizionamento e gestione (errori commessi dai dipendenti o errori dovuti ai sistemi di posizionamento e gestione degli ordini)	85 – 87
	Imballaggio danneggiato	9 – 12
	Guasti	3 – 4
	Imballaggio incompleto	< 1

Altre cause generate da perdite inevitabili ammontano al 48% e al 57% delle perdite associate al confezionamento, e si riflettono nei resi di pane invenduto (tabella 4.5). Nell'85-87% dei casi gli errori commessi nell'effettuare gli ordini hanno portato a sprechi alimentari. Queste perdite sono causate da errori umani o da difetti del sistema di inserimento o gestione degli ordini. (Gorynska-Goldmann et al., 2021).

Sucipto et al. (2020) hanno individuato tre processi principali nell'industria molitoria della farina di frumento, in cui si può verificare spreco alimentare: la pulizia, la macinazione e l'imballaggio. Quest'ultima fase può essere responsabile di molti prodotti difettosi e di confezioni danneggiate. Gli autori hanno utilizzato un sistema di analisi fattoriale e hanno eseguito una *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) che ha consentito di identificare le cause principali di perdita e ha classificato i guasti (tabella 4.6).

**Tabella 4.6.** *FMEA modalità ed effetti del fallimento nel processo di confezionamento della farina, (Sucipto et al. 2020)*

No	Fallimento	Modalità di fallimento	Effetti del Fallimento	Grado
1	Sostituzione della confezione nella produzione	Stock di farina è esaurito	Necessario riempimento e regolazione della macchina imballatrice	-
2	Mancanza di lavoratori nell'imballaggio secondario	La posizione dei lavoratori è poco chiara	I prodotti si accumulano nel nastro trasportatore causando ingorghi	4
3	Riempitrice malfunzionante	mancanza di lavoratori qualificati	Molti imballaggi non sigillati correttamente che causano confezioni danneggiate; l'imballaggio ritagliato non è preciso	3
4	Velocità non adeguata del nastro trasportatore con conseguenti ingorghi	Numero inferiore di addetti al controllo dell'imballaggio	Rottura delle confezioni	-
5	Ritardo nell'arresto del riempimento e dell'imballaggio dovuto a guasti dei macchinari	Reazioni dell'operatore	Il blocco provoca rotture nelle confezioni	1

## Capitolo 4

6	Lame sigillanti smussate	Il sigillo di plastica caldo resta attaccato alla macchina confezionatrice	La confezione non è ritagliata perfettamente	-
7	Il termosigillatore si disconnette	sigillanti degli imballaggi vecchi	La confezione non è riempita correttamente	-
8	Scarsa qualità dell'imballaggio	La mancanza di controllo del confezionamento causa difficoltà ai produttori e ai consumatori	La confezione è troppo sottile e si strappa facilmente	2

Molte strutture di lavorazione mirano a ridurre le perdite prolungando la durata del pane. L'esempio migliore è il miglioramento dell'imballaggio, che protegge il prodotto dall'essiccamento, dalla contaminazione microbica e da altri fattori di degradazione. Svanes et al. (2018) affermano che anche i consumatori adottano strategie per preservare la freschezza del pane come: conservazione in congelatore, tostatura o cambio della confezione. Nella loro ricerca, gli autori hanno dimostrato che quasi il 100% dei consumatori utilizza un sacchetto in più, mentre solo il 43% utilizza il congelamento e il 31% tosta il pane.

L'imballaggio degli alimenti deve garantire il mantenimento della sicurezza, la salubrità e la qualità del cibo. L'impatto dei rifiuti di imballaggio sull'ambiente può essere ridotto al minimo selezionando i materiali, seguendo le linee guida delle Autorità per la protezione dell'ambiente (EPA) e rivedendo le qualità dell'imballaggio in termini di impatto ambientale (Marsh, 2007).

A questo proposito alcuni esempi sono:

### **Imballaggio intelligente**

Gli imballaggi intelligenti possono essere utilizzati per ridurre gli sprechi alimentari. Per circa cinque decenni, gli imballaggi in plastica sono stati ampiamente utilizzati nell'industria alimentare per le loro caratteristiche vantaggiose. Lo sviluppo di imballaggi intelligenti è un settore in continua crescita.

## Imballaggio Smart

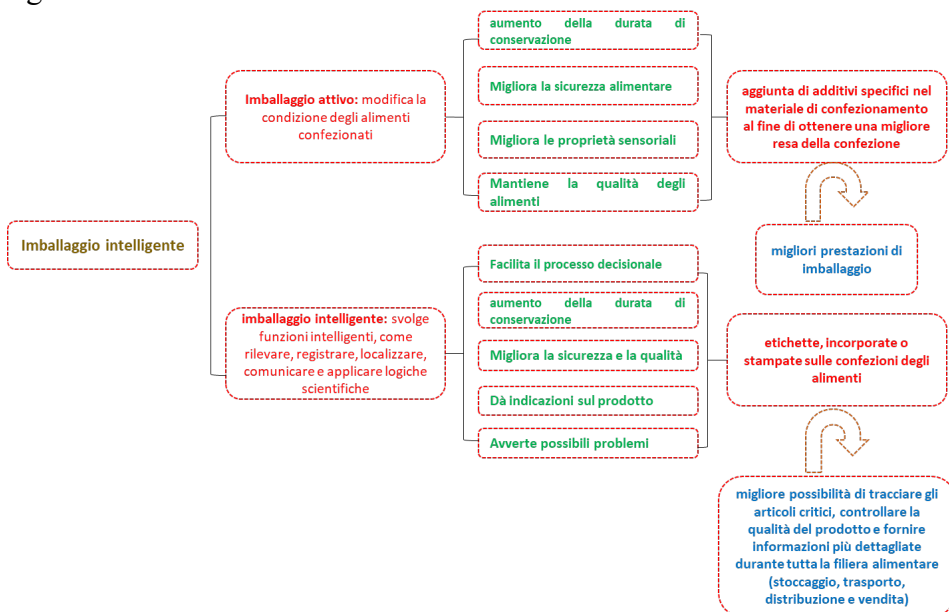
Indica un nuovo concetto di confezionamento che include due categorie principali di packaging: attivo o intelligente (figura 4.2).



**Figura 4.2.** Classificazione dei sistemi innovativi di confezionamento alimentare. (TTI: indicatori tempo-temperatura; RFID: identificazione a radiofrequenza) (Jinsong., J. Feng, 2022)

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666833522000855>)

Le caratteristiche e i ruoli dell'imballaggio intelligente sono schematizzati in figura 4.3:



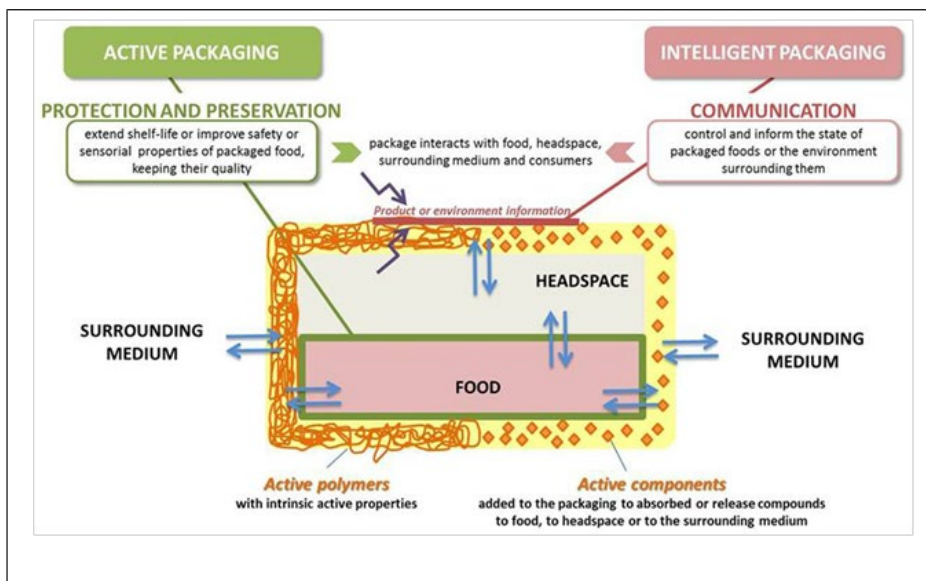
**Figura 4.3.** Caratteristiche e ruoli dell'imballaggio intelligente



### Confezionamento Attivo (active packaging)

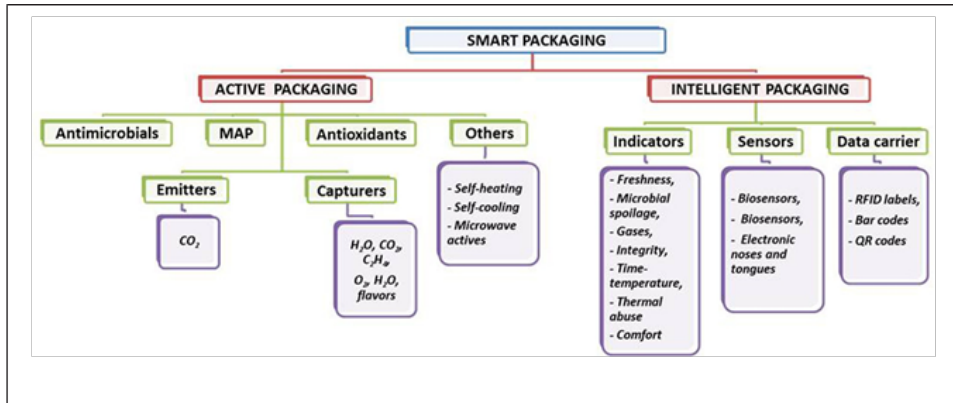
Per Confezionamento Attivo si intende l'applicazione di tecnologie avanzate e dinamiche per conservare gli alimenti. Queste si basano sulle proprietà specifiche dei polimeri e degli additivi utilizzati nel sistema di confezionamento. Gli agenti attivi potrebbero essere incorporati nel materiale di confezionamento, spalmati sulla sua superficie ma anche inclusi in materiali associati alle confezioni come sacchetti, etichette, tamponi. Costituiscono una scelta ideale perché non interferiscono con le proprietà organolettiche del prodotto.

Attualmente c'è una tendenza all'utilizzo di additivi naturali nei prodotti alimentari dal momento che quelli sintetici sono talvolta associati a diversi rischi per la salute.



**Figura 4.4** Diagramma schematico dei concetti di packaging attivo e intelligente (Salgado, P., Di Giorgio, L., 2021)

[https://www.researchgate.net/publication/351212726\\_Recent\\_Developments\\_in\\_Smart\\_Food\\_Packaging\\_Focused\\_on\\_Biobased\\_and\\_Biodegradable\\_Polymers](https://www.researchgate.net/publication/351212726_Recent_Developments_in_Smart_Food_Packaging_Focused_on_Biobased_and_Biodegradable_Polymers)



**Figura 4.5** Classificazione degli imballaggi alimentari intelligenti (Beshai, H., Sarabha, G., 2020).

[https://www.researchgate.net/publication/345681867\\_Freshness\\_Monitoring\\_of\\_Packaged\\_Vegetables/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/345681867_Freshness_Monitoring_of_Packaged_Vegetables/citation/download)

Gli effetti dell'imballaggio attivo intelligente sugli alimenti sono di seguito elencati:

### Antimicrobici

Uno dei problemi che si possono presentare dopo il confezionamento è la contaminazione microbica responsabile sia di aumentato rischio di malattie sia di una più rapida alterazione delle proprietà organolettiche degli alimenti e quindi di una riduzione della durata di conservazione.

Esistono due tipi di antimicrobici utilizzati. Il primo tipo sono gli agenti antimicrobici che agiscono migrando sulla superficie del cibo. Il secondo tipo è efficace contro i microbi di superficie senza che l'antimicrobico migri nell'alimento.

### Antiossidanti

La seconda causa di deterioramento degli alimenti è l'ossidazione dei lipidi. Provoca la comparsa di odore di rancido e quindi rende il prodotto inadeguato al consumo umano. Per prevenire tale forma di alterazione possono essere applicati almeno due metodi:

- Aggiunta di composti antiossidanti;

- Eliminazione di specie indesiderate.

L'aggiunta diretta di antiossidanti sulla superficie del cibo può avere alcune limitazioni incluso il limite temporale alla stessa protezione che viene meno una volta che i composti attivi vengono consumati, quindi i prodotti andranno incontro a rapida degradazione. Inoltre possono anche avere altri effetti come il cambiamento delle caratteristiche organolettiche degli alimenti (colore, gusto, ecc.).

Pertanto, l'aggiunta di agenti antiossidanti nella formulazione dell'imballaggio rappresenta una valida alternativa.

### **Assorbitori di umidità**

Si tratta di dispositivi che possono controllare gli effetti della presenza di acqua all'interno della confezione prevenendo la crescita microbica. Sono utilizzati per eliminare l'acqua di sbrinamento dai prodotti congelati e di diversi fluidi, come il sangue, nei prodotti a base di carne.

Possono essere classificati in:

- Regolatori di umidità relativa, che assorbono e controllano l'umidità nella confezione;
- Disidratanti, in grado di assorbire e trattenere i liquidi trasudati dai prodotti alimentari

### **Confezionamento in atmosfera modificata (MAP)**

Questa tecnologia prevede l'alterazione dell'atmosfera gassosa all'interno di una confezione alimentare al fine di preservare la qualità del cibo per prolungarne la shelf-life.

#### *Scavenger di ossigeno*

L'ossigeno accelera il deterioramento ossidativo degli alimenti e la crescita di microrganismi aerobi portando alla comparsa di odori sgradevoli, alterazione del colore e del sapore.

Tali sostanze reagiscono con l'acqua dell'alimento producendo un agente riducente metallico idrato che assorbe l'ossigeno e lo converte in un ossido stabile. Sistemi di questo tipo possono essere incorporati in forma di film

multistrato, assorbiti o ricoprire la superficie delle confezioni o dello stesso alimento.

*Anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)*

È possibile aggiungere anidride carbonica durante il confezionamento per prevenire la proliferazione di un'ampia gamma di batteri aerobi.

**Catturatori di sapori/odori**

Questi sistemi assorbono molecole di gas indesiderate come ingredienti volatili della confezione, metaboliti chimici alimentari, prodotti di microbi e prodotti di deterioramento.

I ruoli dell’imballaggio attivo e degli agenti utilizzati per raggiungere il suo scopo sono descritti nella tabella 4.7.

**Tabella 4.7.** *Ruolo, effetti e sostanze usate nel confezionamento attivo (Salgado et al. 2021 and Huai et al., 2021)*

Confezionamento attivo	Effetti del confezionamento attivo	Sostanze utilizzate	Ruolo delle sostanze
Confezionamento attivo	Antimicrobico	✓ Acidi organici (acido sorbico, acido benzoico, acido acetico, acido propionico, acido ascorbico). ✓ Film di compositi come chitosano, gelatina e amido di mais.	✓ azione antimicrobica.
		✓ Batteriocina (nisina, prodotta da <i>Lactococcus lactis</i> ).	✓ azione contro i batteri gram-positivi.
		✓ Enzimi: <i>Lisozima</i> .	✓ Possono inibire le infezioni batteriche

Capitolo 4

			causate da batteri gram-positivi.
		✓ Nanoparticelle inorganiche a base di ossidi metallici ( $ZnO$ , $MgO$ , $CuO$ e $TiO_2$ ).	✓ azione antimicrobica.
		✓ Macromolecole (polimeri come il chitosano).	✓ azione antimicrobica.
		✓ Etanolo	✓ agente antimicrobico efficace sui funghi; può anche inibire la crescita di lieviti e batteri.
	<b>Antiossidanti</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Antiossidanti sintetici (idrossianisolo butilato (BHA)).</li> <li>✓ Antiossidanti naturali (polifenoli del tè e acido fitico).</li> </ul>	✓ Prevengono l'ossidazione dei lipidi e modifiche delle proprietà organolettiche
	<b>Assorbitori di umidità</b>	✓ Disidratanti come gel di silice, $CaO$ , $CaSO_4$ , $CaCl_2$ , $KCl$ , $K_2CO_3$ , argille naturali, fruttosio, xilitolo e sorbitolo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ controllano l'attività dell'acqua.</li> <li>✓ eliminano l'acqua di sbrinamento dai prodotti congelati e diversi fluidi nei prodotti a base di carne.</li> </ul>
	<b>Confezionamento in atmosfera</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <math>O_2</math></li> <li>✓ <math>N_2</math></li> </ul>	✓ preservano la qualità degli

	<b>modificata (MOA)</b>	✓ CO <sub>2</sub> .	alimenti per prolungarne la shelf-life.
	<b>Catturatori di sapori/odori</b>	✓ zeoliti, argille e carbone attivo, maltodestrine e ciclodestrine	✓ prevengono l'ossidazione dei lipidi e le alterazioni sensoriali

### Confezionamento intelligente

La tecnologia si basa sull'utilizzo di indicatori, sensori e carriers dei dati.

Gli indicatori forniscono informazioni immediate sugli alimenti, come il cambiamento di colore, temperatura, ecc.

I sensori possono rilevare la presenza di agenti patogeni, inquinanti e allergeni nella matrice alimentare. I carriers dei dati sono nuovi dispositivi che forniscono informazioni o controllano il flusso dei prodotti.

### Indicatori di freschezza e alterazione microbica

Questi indicatori possono fornire informazioni sulla qualità dei prodotti alimentari in considerazione di parametri biochimici o dalla crescita di microrganismi contaminanti.

Le concentrazioni delle sostanze e la presenza di microrganismi vengono monitorate tramite indicatori e generalmente si osservano come variazione della risposta cromatica correlata alla freschezza del prodotto.

### Biosensori

Possono essere utilizzati per il controllo della freschezza del prodotto, riducendo gli sprechi alimentari e i rischi di malattie di origine alimentare. I biosensori contengono biorecettori, che riconoscono l'analita desiderato, e trasduttori in grado di trasformare i segnali biochimici in una risposta elettronica quantificabile. Grazie ai recenti progressi la nanotecnologia può essere applicata a questo scopo. Il glutine è uno dei componenti che possono

essere rilevati e questo è molto importante considerando che molte persone sono intolleranti a questo ingrediente. Il glutine può essere rilevato mediante il tradizionale test di immunoassorbimento enzimatico basato su un sensore elettronico che utilizza anticorpi selettivi verso questa sostanza.

I ruoli dell'imballaggio intelligente e degli agenti utilizzati sono descritti nella tabella 4.8.

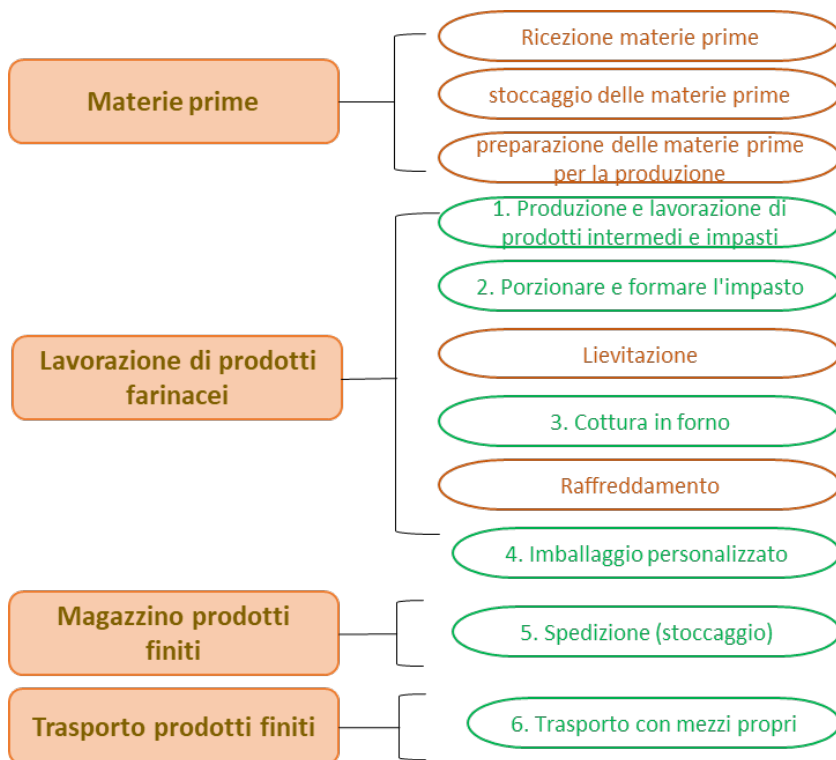
**Tabella 4.8.** *Ruolo, effetti e sostanze utilizzate nel packaging intelligente (Salgado et al. 2021)*

Confezionamento intelligente	Effetti del packaging intelligente	Sostanze usate	Ruoli dell'imballaggio intelligente
Confezionamento intelligente	<b>Indicatori di freschezza e alterazione microbica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Glucosio, acidi organici, composti azotati volatili, ammine biogeniche, etanolo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ mantenimento della qualità degli alimenti (protezione dal cambiamento biochimico o dalla crescita di microrganismi contaminanti).</li> </ul>
	<b>Biosensori</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dispositivi ottici, calorimetrici, elettrochimici.</li> <li>✓ Nanobiosensori</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ controllo della freschezza del prodotto (reazioni biologiche).</li> <li>✓ Identificazione di agenti patogeni, inquinanti chimici, deterioramento e manipolazione del prodotto.</li> </ul>

La domanda di alimenti confezionati freschi e di qualità e la richiesta di una maggiore durata di conservazione dei prodotti alimentari stanno guidando il mercato verso l'applicazione di tecnologie d'avanguardia per un imballaggio attivo e intelligente sia per gli alimenti che per le bevande.

#### 4.4. Metodi per prevenire il FW nella lavorazione di prodotti farinacei

Considerando l'indagine effettuata da Gorynska-Goldmann et al. nel 2021, è stato possibile individuare **6 interventi tecnologici**, indicati in figura 4.6, per ridurre il FW.



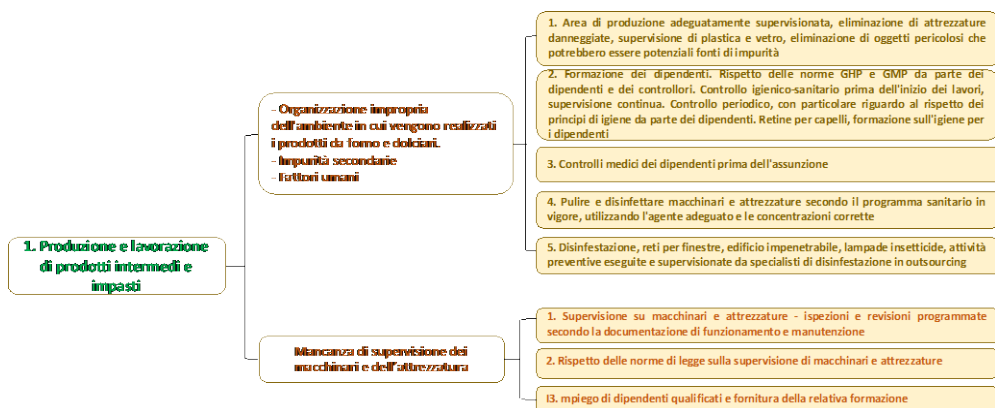
**Figura 4.6.** *Potenziali punti di recupero nella lavorazione dei prodotti farinacei (Gorynska-Goldmann et al., 2021)*



Inoltre, gli stessi autori hanno identificato le seguenti 12 categorie di fattori, associati alla produzione di prodotti a base di grano, responsabili dello spreco alimentare:

1. materie prime non rispondenti a standard qualitativi accettabili;
2. inadeguate condizioni di stoccaggio delle materie prime;
3. errori commessi durante la preparazione e la pesatura degli impasti di materie prime per determinate ricette;
4. contaminanti fisici;
5. circostanze inadeguate per lo svolgimento di alcune fasi del processo produttivo;
6. lavoratori non qualificati o inesperti;
7. contaminanti secondari;
8. condizioni inadeguate di taglio e confezionamento;
9. etichettatura errata o danneggiamento dei prodotti finiti;
10. rischi microbiologici;
11. sovrapproduzione;
12. deterioramento durante il trasporto dei prodotti finiti.

Questa analisi critica porta a identificare le diverse cause del FW durante la lavorazione, l'imballaggio e il trasporto dei prodotti farinacei e i metodi per poterlo prevenire. Questi sono stati individuati come le 6 operazioni tecnologiche di ripristino per il FW, e sono indicati nelle figure 4.7 - 4.12:



**Figura 4.7.** Possibili cause e metodi per prevenire FW durante produzione e manipolazione di semilavorati e impasti.

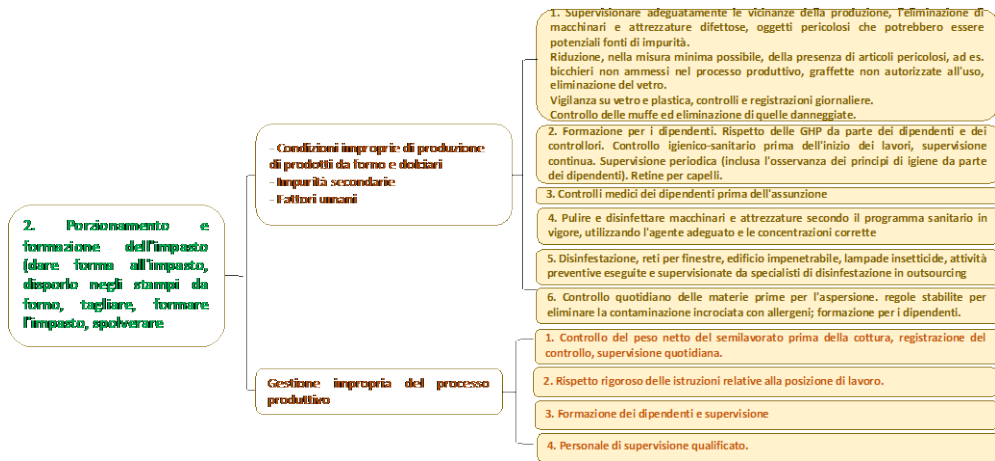


Figura 4.8. Possibili cause e metodi per prevenire FW durante porzionatura e formatura dell'impasto

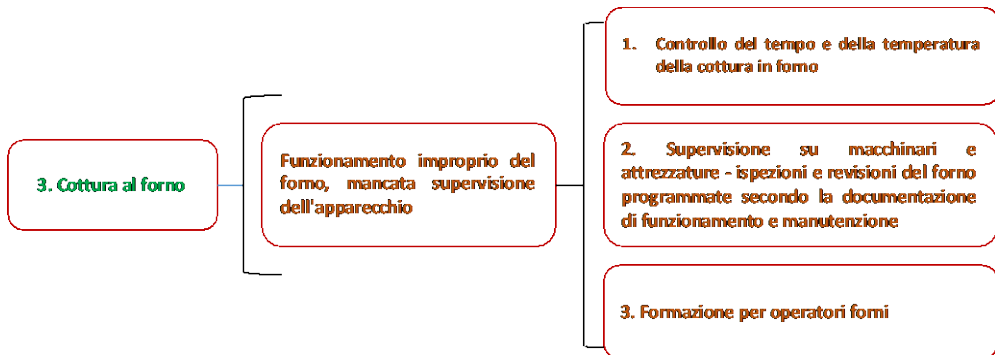


Figura 4.9. Possibili cause e metodi per prevenire FW durante la cottura

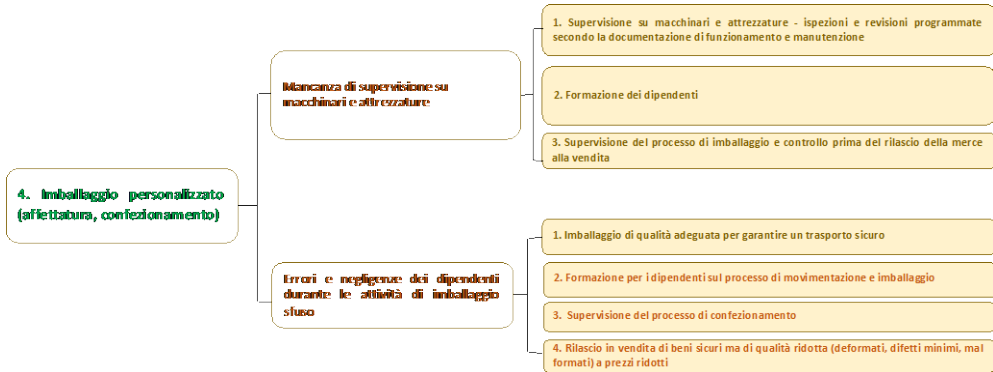


Figura 4.10 Possibili cause e metodi per prevenire FW durante l'imballaggio personalizzato

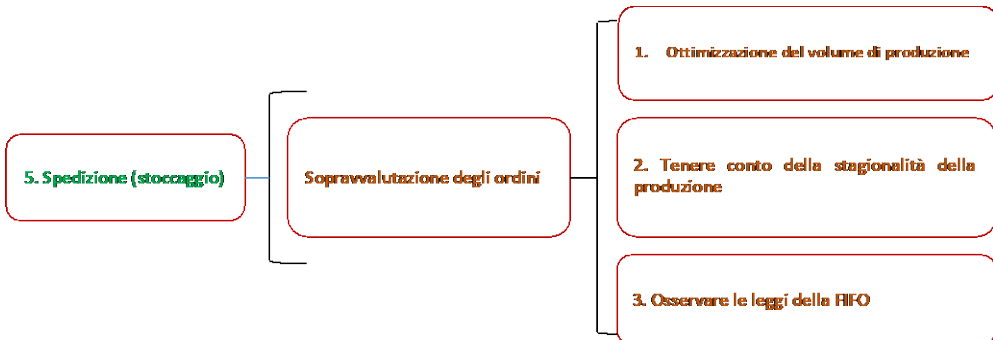


Figura 4.11 Possibili cause e metodi per prevenire FW durante spedizione (stoccaggio)

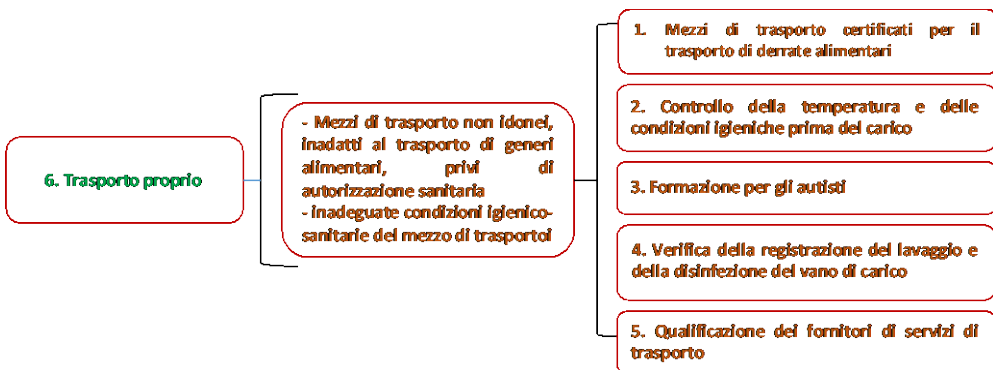


Figura 4.12 Possibili cause e metodi per prevenire il FW durante il trasporto privato

#### 4.5. Conseguenze del FW e azioni consigliate di prevenzione durante la lavorazione dei prodotti sfarinati

Considerando le cause e le modalità di prevenzione del FW relative alle sei operazioni tecnologiche quali punti di recupero del FW (riportate nel paragrafo 4.4), sono state determinate le conseguenze delle perdite e le azioni consigliate per ridurle durante la lavorazione e il confezionamento dei prodotti sfarinati (tabella 4.9):

**Tabella 4.9.** *Conseguenze delle perdite e azioni consigliate nella fase di lavorazione e confezionamento dei prodotti farinacei (adattato dopo Gorynska-Goldmann et al., 2021)*

Operazioni tecnologiche (punti di recupero per il FW)	Cause	Conseguenze delle perdite	Azioni consigliate
<b>1. Produzione e manipolazione di semilavorati e impasti</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ inadeguata</li> <li>✓ organizzazione dell'ambiente di produzione dei prodotti da forno e dolciari.</li> <li>✓ Impurezze secondarie.</li> <li>✓ fattore umano.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ contaminanti ambientali - pericolo fisico.</li> <li>✓ Contaminazioni da parassiti.</li> <li>✓ Contaminazioni causate dai dipendenti a causa del mancato rispetto delle procedure igieniche.</li> <li>✓ <b>perdite di produzione o reclami dei clienti.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ correzione del processo produttivo, riutilizzo della pasta pulita.</li> <li>✓ cottura e uso come foraggio.</li> <li>✓ panificazione e vendita al dettaglio come prodotti di qualità ridotta.</li> <li>✓ riutilizzo come biomassa.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ mancanza di controllo su macchinari e attrezzature</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ scarsa qualità dei semilavorati precotti.</li> <li>✓ <b>perdite di produzione.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ correzione del processo di produzione</li> <li>✓ azioni correttive finalizzate al riutilizzo dell'impasto pulito.</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ cottura e riutilizzo come mangime.</li> <li>✓ riutilizzo come biomassa.</li> </ul>
<b>2. Porzionatura e formazione dell'impasto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ condizioni inadeguate per la produzione di prodotti da forno e dolciari.</li> <li>✓ Impurezze secondarie.</li> <li>✓ fattore umano.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ contaminanti ambientali - pericolo fisico.</li> <li>✓ Contaminazioni da parassiti.</li> <li>✓ Contaminazioni causata dai dipendenti a causa del mancato rispetto delle procedure igieniche.</li> <li>✓ <b>perdite di produzione o reclami dei clienti.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ correzione del processo di produzione, azioni correttive finalizzate al riutilizzo dell'impasto pulito.</li> <li>✓ cottura e riutilizzo come mangime.</li> <li>✓ panificazione e vendita al dettaglio come prodotti di ridotta qualità</li> <li>✓ uso per bisogni sociali.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ gestione impropria del processo produttivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ prodotti che non soddisfano determinati criteri di qualità.</li> <li>✓ peso netto non corretto delle porzioni di pasta.</li> <li>✓ <b>perdite di produzione.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ azioni correttive (es. aggiunta di altro impasto prima della cottura).</li> <li>✓ vendita a prezzo ridotto: qualità inferiore, peso netto inferiore.</li> <li>✓ uso per bisogni sociali.</li> </ul>
<b>3. Cottura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ malfunzionamento o assenza di supervisione del forno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ mancato rispetto dei parametri, forno difettoso.</li> <li>✓ <b>perdite di produzione</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ azioni correttive (es. aggiunta di altro impasto prima della cottura).</li> <li>✓ vendita a prezzo ridotto: qualità inferiore, peso netto inferiore.</li> </ul>

			✓ uso per bisogni sociali.
<b>4. Imballaggio personalizzato</b>	✓ mancanza di controllo su macchinari e attrezzature.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mancanza di supervisione e manutenzione inadeguata delle attrezzature per affettare.</li> <li>✓ Coltelli non affilati possono deformare o danneggiare i prodotti affettati e ridurre l'estetica della merce.</li> <li>✓ <b>Perdite durante il taglio.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ vendita a prezzo ribassato per ridotta qualità</li> <li>✓ uso per bisogni sociali.</li> <li>✓ vendite interne.</li> </ul>
	✓ Errori e negligenza dei dipendenti durante le attività di imballaggio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ danneggiamento e deformazione della merce (che a volte costringe allo smaltimento della merce finale come rifiuto).</li> <li>✓ <b>perdite durante lo stoccaggio dei prodotti finali o nella vendita al dettaglio.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ vendita a prezzo ribassato per ridotta qualità</li> <li>✓ uso per bisogni sociali.</li> <li>✓ vendite interne.</li> </ul>
<b>5. Spedizione (stoccaggio)</b>	✓ sopravvalutazione degli ordini.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ troppi prodotti finali con breve durata immagazzinati nel magazzino.</li> <li>✓ scadenza della durata di conservazione.</li> <li>✓ <b>perdite di produzione nel Magazzino del Prodotto Finale.</b></li> </ul>	✓ Utilizzo per bisogni sociali.

<p><b>6. Trasporto privato</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Inadeguato mezzo di trasporto: non idoneo al trasporto di derrate alimentari, privo di omologazione sanitaria.</li> <li>✓ condizioni igienico-sanitarie inadeguate del mezzo di trasporto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ridotta qualità della merce trasportata.</li> <li>✓ danneggiamento permanente dei prodotti finali che li rende invendibili.</li> <li>✓ <b><i>Perdite durante il trasporto.</i></b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ vendita a prezzo ribassato per ridotta qualità</li> <li>✓ uso per bisogni sociali.</li> <li>✓ vendite interne.</li> </ul>
------------------------------------	--	--	--

I risultati dei presenti studi confermano la necessità di aumentare la consapevolezza e le competenze dei dipendenti come metodo per limitare le perdite alimentari. Ulteriori studi seguiti dalla diffusione di informazioni nel settore economico e dell'istruzione possono contribuire a ridurre il fenomeno dello "spreco alimentare" non solo per le imprese di trasformazione alimentare, ma anche per altri partecipanti alla filiera.

#### **4.6. Cause e metodi per prevenire le perdite lungo la filiera della lavorazione del grano**

Mesterházy et al., 2020 hanno dimostrato che lungo la filiera del grano, oltre alle perdite pre-raccolta, sono consistenti anche le perdite che si verificano durante il trasporto, la pre-lavorazione, lo stoccaggio, la lavorazione, l'imballaggio, la commercializzazione e i rifiuti di lastre. Gli autori hanno riassunto le cause e le modalità di prevenzione delle perdite durante le principali fasi tecnologiche della filiera del grano, riassunte nella tabella 4.10. Per quanto riguarda la riduzione delle perdite durante lo stoccaggio dei raccolti di grano, Kumar e Kalita (2017) hanno dimostrato che le stesse rappresentano la quota maggiore di tutte le perdite post-raccolta per i cereali nei paesi in via di sviluppo e incidono negativamente sull'economia del settore agricolo.

## Capitolo 4

**Tabella 4.10.** Cause e modalità di prevenzione delle perdite lungo la filiera del grano (adapted after Mesterházy et al., 2020)

Fase tecnologica (Punti di recupero per FW)	Cause	Metodi di prevenzione	Perdite (%)
<b>Campo (pre-raccolta)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ fattori biotici (parassiti, agenti patogeni, erbe infestanti, ecc.).</li> <li>✓ fattori abiotici (temperatura, umidità, pioggia, alluvioni, ecc.).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ uso di fertilizzanti</li> <li>✓ uso di pesticidi</li> <li>✓ uso di fungicidi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ soia e frumento 26-30%</li> <li>✓ mais 35%</li> <li>✓ riso 40%</li> </ul>
<b>Stoccaggio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ fattori biotici (insetti, parassiti, roditori, funghi).</li> <li>✓ fattori abiotici (temperatura, umidità, pioggia).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Prima dello stoccaggio il grano deve essere pulito e i contaminanti (polvere, insetti, paglia, pula, semi di erbe infestanti, ecc.) devono essere rimossi</li> <li>✓ Test per le tossine</li> <li>✓ Controllo temperatura, umidità e CO<sub>2</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ perdite di stoccaggio dirette (perdita fisica dei cereali) 10-20%</li> <li>✓ perdite di stoccaggio indirette (perdita di qualità e proprietà nutrizionali)</li> <li>✓ 1-2% nei paesi sviluppati che utilizzano silos metallici</li> <li>✓ 20-50% nei paesi in via di sviluppo dove i cereali sono generalmente immagazzinati in strutture di stoccaggio tradizionali</li> </ul>
<b>Contaminazione da micotossine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ elevata sensibilità delle colture cerealicole (grandi epidemie di</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ stabilire regolamenti sulle tossine</li> <li>✓ monitorare la formazione di</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Il 25-40% dei chicchi di cereali prodotti a livello globale è</li> </ul>

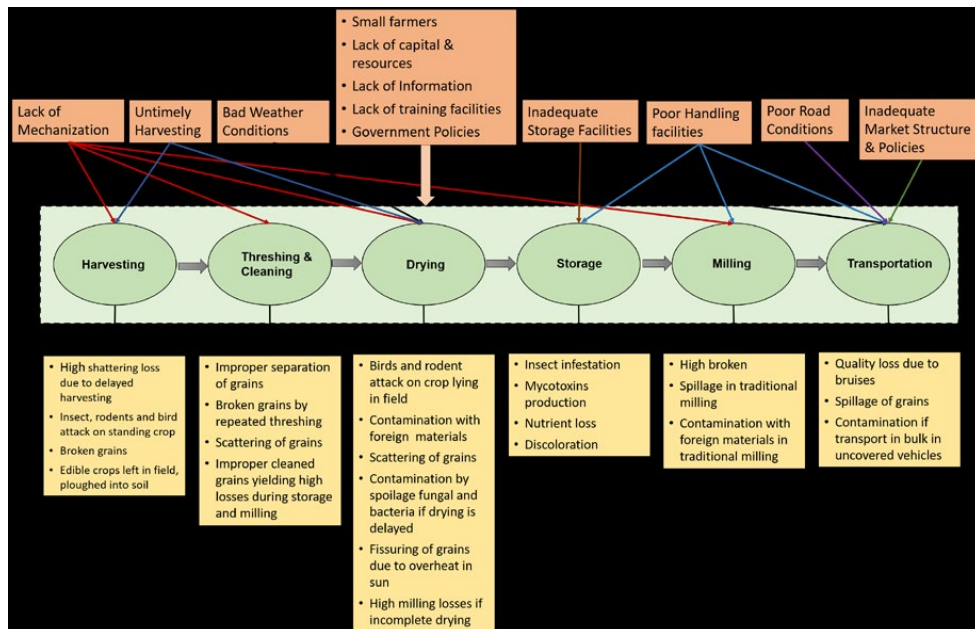


## Capitolo 4

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ tossine nel campo)</li> <li>conservazione inadeguata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>funghi durante lo stoccaggio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>contaminato da funghi</li> <li>✓ Il 25% del raccolto mondiale di cereali è significativamente contaminato</li> <li>✓ Perdita annua del 10%.</li> </ul>
<b>Rifiuti dei consumatori</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tecnologia applicata</li> <li>✓ comportamento del consumatore</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ sensibilizzazione dei consumatori attraverso la diffusione di informazioni provenienti dall'ambiente economico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 5-20%</li> <li>✓ ↑ nei paesi in via di sviluppo</li> <li>✓ ↓ nei paesi sviluppati</li> </ul>

Gli autori sostengono che i magazzini più utilizzati sono strutture di stoccaggio tradizionali, che sono inadeguate per evitare l'infestazione di insetti e la crescita di muffe durante lo stoccaggio e portando quindi a perdite significative. L'impiego di moderne tecniche di stoccaggio può ridurre considerevolmente le perdite post-raccolta e incrementare il reddito degli agricoltori. È stato dimostrato che le strutture di stoccaggio ermetiche adeguatamente sigillate favoriscono una riduzione delle perdite in fase di stoccaggio fino al 98%, contribuendo al mantenimento della vitalità del seme e alla sua qualità per lunghi periodi di conservazione. Pertanto, l'utilizzo di migliori pratiche agricole e adeguate tecnologie di stoccaggio possono ridurre significativamente le perdite e contribuire a rafforzare la sicurezza alimentare e alleviare la povertà, aumentando i guadagni dei piccoli agricoltori.

La Figura 4.13. di Kumar e Kalita (2017) fornisce una sintesi delle varie cause di perdita della filiera delle colture cerealicole nei paesi in via di sviluppo e delle principali cause di tali perdite.



**Figura 4.13.** *Fattori e tipologie di perdite lungo la filiera delle colture cerealicole nei Paesi in via di sviluppo. (Kumar and Kalita, 2017 (<https://www.mdpi.com/2304-8158/6/1/8>) Copyright 2020 Creative Common Attribution License)*

## Bibliografia

1. Ajila C.M., Brar S.K., Verma M., Tyagi R.D., Godbout S., Valéro J.R. 2012. Bio-processing of agro-byproducts to animal feed. *Critical Reviews in Biotechnology*; 32(4): 382–400. DOI: 10.3109/07388551.2012.659172
2. Beretta, C., Stoessel, F., Baier, U., Hellweg, S. 2013. Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland. *Waste Manag.*, 33, 764–773. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.11.007>
3. Beshai, Heba & Sarabha, Gursimran & Rathi, Pranali & Alam, Arif UI & Deen, M.J.. (2020). Freshness Monitoring of Packaged Vegetables. *Applied Sciences*. 10. 7937. 10.3390/app10217937.
4. Brancolia P., Lundina M., Boltona K., Eriksson M. 2019. Bread loss rates at the supplier-retailer interface – Analysis of risk factors to support waste prevention measures. *Resources, Conservation &*

- Recycling 147:128–136.  
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.04.027>
5. Comino, E., Dominici, L., Perozzi, D. 2021. Do-it-yourself approach applied to the valorisation of a wheat milling industry's by-product for producing bio-based material. *Journal of Cleaner Production*, 318, 128267.
  6. Dora, M., Wesana, J. Gellynck, X., Seth, N., Dey, B., De Steur, H. 2020. Importance of sustainable operations in food loss: Evidence from the Belgian food processing industry. *Ann Oper Res*, 290, 47–72. DOI:10.1007/s10479-019-03134-0
  7. Dumitru O.M., Iorga C.S., Mustatea G. 2021. Food Waste along the Food Chain in Romania: An Impact Analysis. *Foods*, 10, 2280. <https://doi.org/10.3390/foods10102280>
  8. European Commission. *A Farm to Fork Strategy for a Fair, Healthy and Environmentally Friendly Food System*; European Union: Brussels, Belgium, 2020.
  9. Gorynska-Goldmann E., Gazdecki M., Rejman K., Kobus-Cisowska J., Łaba S., Łaba R. 2020. How to Prevent Bread Losses in the Baking and Confectionery Industry? Measurement, Causes, Management and Prevention. *Agriculture* 2021, 11, 19. <https://doi.org/10.3390/agriculture11010019>
  10. Jinsong Zuo, Jinxia Feng, Marcelo Gonçalves Gameiro, Yaling Tian, Jing Liang, Yingying Wang, Jianhua Ding, Quanguo He. RFID-based sensing in smart packaging for food applications: A review, *Future Foods*, Volume 6, 2022, 100198, ISSN 2666-8335, <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100198>.
  11. Katajajuuri, J.M., Silvennoinen, K., Hartikainen H.; Heikkilä, L., Reinikainen A. 2014. Food waste in the Finnish food chain. *J. Clean. Prod.* 73, 322–329. DOI:10.1016/j.jclepro.2013.12.057
  12. Kuai L., Liu F., Chiou Bor-Sen, Roberto J., Avena-Bustillos, McHugh T.H., Fang Zhong F. 2021. Controlled release of antioxidants from active food packaging: A review. *Food Hydrocolloids*. Volume 120, 106992. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106992>
  13. Kumar D., and Kalita P. 2017. Reducing Postharvest Losses during Storage of Grain Crops to Strengthen Food Security in Developing Countries *Foods* 2017, 6, 8; doi:10.3390/foods6010008

14. Iakovlieva M., 2021. Food waste in bakeries- quantities, causes and treatment. Degree project, Swedish University of Agricultural Molecular Sciences, 32, Uppsala.
15. Lebersorger S. and Schneider F. 2014. Food loss rates at the food retail, influencing factors and reasons as a basis for waste prevention measures. *Waste Manag.* 34(11):1911-9. doi: 10.1016/j.wasman.2014.06.013.
16. Mesterházy A., Oláh J., Popp J. 2020. Losses in the Grain Supply Chain: Causes and Solutions. *Sustainability* 12, 2342; doi:10.3390/su120623
17. Marsh K., Bugusu B., 2007. Food Packaging—Roles, Materials, and Environmental Issues. *Journal of Food Science*. Vol. 72, Nr. 3. doi: 10.1111/j.1750-3841.2007.00301.x
18. Polarbröd, A. Polarbröds Hållbarhetsredovisning. 2016. Available online: <https://sverigesmiljomal.se/contentassets/700d6251720644afa32622b419f0e4bd/polarbrod-hallbarhetsredovisning.pdf> (accessed on 25 June 2022).
19. Sucipto, Susilowati, E., & Effendi, U. 2020. Reducing waste on wheat flour packaging: an analysis of Lean Six Sigma. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 475, No. 1, p. 012002). IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/475/1/012002
20. Stensgård, A.E.; Hanssen, O.J. *Food Waste in Norway 2010–2015; Final Report from the ForMat Project* (No. OR.17.16); Østfoldforskning, 2016; ISBN 978-82-7520-750-8.
21. Svanes E., Oestergaard S., Hanssen O.J. 2019. Effects of Packaging and Food Waste Prevention by Consumers on the Environmental Impact of Production and Consumption of Bread in Norway. *Sustainability* 2019, 11, 43; doi:10.3390/su11010043.
22. Tiwari A. and Khawas. R. *Innovation in the Food Sector Through the Valorization of Food and Agro-Food By-Products*. Chapter: *Food Waste and Agro By-Products: A Step towards Food Sustainability*. IntechOpen. 2021
23. Verni M., Minisci A., Convertino S., Nionelli L. 2020. Wasted Bread as Substrate for the Cultivation of Starters for the Food Industry. *Frontiers in Microbiology* 11:293. DOI:10.3389/fmicb.2020.00293

## *Capitolo 4*

24. Yanova, M.A., Oleynikova, E. N., Sharopatova, A. V., & Olentsova, J. A. 2019. Increasing economic efficiency of flour production from grain of the main cereal crops by extrusion method. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 315, No. 2, p. 022024). IOP Publishing.
25. Salgado P.R., Di Giorgio L., Musso Y.S. Mauri A.N. 2021. Recent Developments in Smart Food Packaging Focused on Biobased and Biodegradable Polymers. *Front. Sustain. Food Syst.* 5:630393. doi: 10.3389/fsufs.2021.630393.

## Capitolo 5

### **Cause di spreco alimentare nell'industria della panificazione. Misure per ridurre gli sprechi alimentari nell'industria della panificazione.**

#### **5.1. Studi condotti sulle cause dello spreco alimentare lungo la catena di produzione dei prodotti da forno.**

Il pane è uno degli alimenti fondamentali per l'uomo, indispensabile nella dieta quotidiana, sia per le sue proprietà nutrizionali che per il contenuto di sostanze che producono energia termica. Questo importante alimento era ed è una costante preoccupazione delle persone fin dall'antichità. Sebbene il pane sia un prodotto alimentare relativamente semplice, ottenuto da grano, acqua e pochi altri ingredienti ausiliari, i risultati possono essere molto vari.

Il pane ha subito numerose trasformazioni, diventando sempre più esteso e complesso nel corso del tempo, la sua storia è molto antica. Il pane è un prodotto da forno preparato con un impasto ottenuto da diversi tipi di farina, utilizzata in miscela o da sola, con o senza altri ingredienti, che vengono impastati con acqua, allentato dalla fermentazione del lievito e precotto/cucinato, anche allo stato congelato. Come in altre industrie alimentari, la produzione di pane comporta perdite e sprechi in ogni fase della lavorazione, ma non solo, essendo l'errore umano il più frequente. Kulak et al. (2015) hanno studiato la catena tecnologica del pane fino ai consumatori e hanno scoperto che il potenziale di riscaldamento globale (emissioni di gas serra) è di 0,8-2,3 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg di pane.

Notarnicola et al. (2017) hanno condotto uno studio sui rifiuti alimentari nel settore della panificazione in 21 nazioni europee e hanno scoperto una diversità ancora maggiore, con emissioni di gas serra dalla produzione alla vendita al dettaglio che vanno da 0,5 a 6,6 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg di pane. Un altro studio (Espinoza-Oriaz et al., 2011) ha esaminato il pane prodotto e consumato nel Regno Unito utilizzando diversi tipi di farina, imballaggi e grano di vari fornitori. Secondo lo studio, le emissioni di gas serra del pane variano da 0,98 a 1,24 chilogrammi di CO<sub>2</sub>-eq per pagnotta, o da 1,2 a 1,6 kg di CO<sub>2</sub>-eq/kg di pane. Solo la frutta, la verdura e gli avanzi dei pasti principali rappresentano più rifiuti del pane in Europa, dove il tasso di rifiuti di pane commestibile è stimato in 22 kg pro capite all'anno (Stensgaard e Hanssen, 2016).

**Tabella 5.1.** *Perdite sotto forma di sprechi alimentari durante la lavorazione nell'industria della panificazione e della pasticceria (Gorynska-Goldmann et al. (2020))*

<b>Perdite</b>	<b>Paese</b>	<b>Tipo di perdita</b>	<b>Bibliografia</b>
Perdite superiori al 5% e inferiori al 10%	Finlandia	le perdite nella lavorazione del pane sono state del 6,5-8,5% e il volume è stato di 21-25 mila tonnellate	Katajajuuri et al., 2014
	Svezia	le perdite nella lavorazione del pane sono state pari al 6,9%	Polarbröd, 2020
	Svezia	le perdite nella lavorazione del pane sono state pari al 5.2%	Brancoli et al. 2019
	Svizzera	le perdite nei panifici sono state del 5,1% e gli autori hanno riscontrato che quasi la metà delle perdite identificate potrebbero essere evitate	Beretta et al. 2013
Losses of less than 5%	Belgio	Le perdite nella lavorazione del pane sono state del 3.93%	Dora et al. 2020
	Norvegia	Le perdite nella lavorazione del pane sono state del 1.2%, ma le perdite sono state calcolate come percentuale di prodotti da forno freschi	Stensgård and Hanssen 2015

Riassumendo, le perdite derivanti dal processo di panificazione nei Paesi europei possono variare dall'1,2 al 10%; una centralizzazione di questi dati, il tipo di perdite e gli autori che hanno riportato questi dati sono presentati nella tabella 5.1. Gorynska-Goldmann (2020).

La ricerca condotta nell'arco di due anni (2017-2018) da Gorynska-Goldmann et al. (2020), incentrata sulla riduzione degli sprechi alimentari e sull'individuazione di azioni più sostenibili per la gestione delle risorse nell'industria della panificazione e della pasticceria, ha evidenziato che una produzione più efficiente, unita alle crescenti aspettative dei consumatori, porterà l'industria della panificazione e della pasticceria a concentrarsi su prodotti di alta qualità. Nella loro ricerca, gli autori hanno identificato 9 categorie principali di cause per lo spreco alimentare (FW) durante la lavorazione nell'industria della panificazione e della pasticceria, ma anche altre cause generate da perdite inevitabili, inefficienze tecniche e malfunzionamenti, presentate nella tabella 5.2.

Per questo studio, gli autori hanno raccolto dati quantitativi utilizzando un metodo di indagine via Internet. L'indagine è stata condotta nel periodo compreso tra il 2 gennaio e il 20 febbraio 2020, su un campione di 48 panetterie polacche, mentre i dati qualitativi sono stati forniti da cinque interviste individuali in profondità con esperti dell'industria oggetto dell'indagine. I risultati hanno mostrato che l'entità totale delle perdite nell'industria della panificazione e della pasticceria ha raggiunto il 2,39% (nel 2017) e il 2,63% (nel 2018) del peso dei prodotti fabbricati. L'analisi delle perdite è stata effettuata all'interno delle sezioni delle unità produttive: stoccaggio delle materie prime, sezione di produzione, stoccaggio del prodotto finale, trasporto del prodotto finito. Il livello di perdita più alto è stato registrato per la sezione di produzione: 1,56% (2017), 1,85% (2018).



**Tabella 5.2.** *Possibili cause di spreco alimentare (FW) nella lavorazione dei prodotti farinacei. Perdite inevitabili, inefficienze tecniche e malfunzionamenti.*

<b>Sezioni delle unità di produzione</b>	<b>Possibili cause di FW</b>	<b>Perdite inevitabili, inefficienze tecniche e malfunzionamenti</b>
Stoccaggio delle materie prime	Danno meccanico Magazine pests Segni di deterioramento, muffe e impurità	- data di scadenza - errore umano - specifiche non corrette
Sezione produzione	Requisiti igienico-sanitari  Guasti tecnici  -  -	- errori tecnologici (ad esempio, mancata aggiunta di una materia prima secondo la ricetta, bruciatura del prodotto durante la cottura) - mancato soddisfacimento dei requisiti di qualità da parte dei prodotti finali (i cosiddetti scarti di produzione) - problemi tecnologici dovuti alla qualità incostante delle materie prime - basse qualifiche dei dipendenti appena assunti e non sufficientemente qualificati
Stoccaggio del prodotto finale	Imballaggi danneggiati Requisiti igienico-sanitari	- guasti - restituzione del pane invenduto
Trasporto del prodotto finito	Errori negli ordini effettuati Imballaggi danneggiati Imballaggi incompleti	- guasti

Le perdite nella panificazione sono dovute all'inadeguatezza delle materie prime, all'errata gestione del processo tecnologico che provoca difetti nel pane e nei prodotti da forno e il loro ritiro dal consumo.

I difetti e le perdite nel settore della panificazione possono essere dovuti anche alla contaminazione da funghi e muffe, sia per la contaminazione delle materie prime che per il mancato rispetto delle condizioni tecnologiche.

*“Il cibo avariato può essere definito come un alimento che è stato danneggiato o lesa in modo da renderlo indesiderabile per il consumo umano”* (P. Saranraj e M. Geetha, 2012). Il deterioramento microbiologico prodotto da batteri, lieviti e muffe è il problema dei prodotti ad alta umidità. La specie *Penicillium* è presente nei prodotti da forno; la flora di deterioramento dominante varia a seconda del tipo di pane e della temperatura di conservazione (Legan, 1993). Le condizioni di conservazione dei prodotti da forno rappresentano un fattore che porta all'alto tasso di perdita del pane e contribuiscono all'allarmante numero di sprechi alimentari nel mondo (Arpes,). Condizioni di conservazione corrette non sono in grado di ridurre e prevenire gli sprechi alimentari.

Pertanto, riducendo le perdite o riciclando i rifiuti in prodotti di valore, la comprensione del processo di formazione dei rifiuti e gli approcci olistici per il loro trattamento nei vari punti della catena di approvvigionamento possono contribuire a rilanciare l'economia.

Rispettando scrupolosamente le istruzioni, regolando le impostazioni di cottura e valutando la qualità dei prodotti in ogni fase della produzione, è possibile ridurre gli errori umani. Prima di immettere i prodotti sul mercato, gli stabilimenti di produzione devono supervisionare la procedura di confezionamento e garantire il controllo di qualità.

È stato scoperto che i prodotti che non corrispondevano ai requisiti di qualità dell'azienda (ad esempio il peso netto sbagliato) venivano venduti al personale con uno sconto o ai rivenditori come prodotti di qualità inferiore.

Secondo i partecipanti alle interviste, il controllo e la formazione dei lavoratori sulle ripercussioni degli errori di produzione sono fattori chiave per ridurre al minimo le perdite (Narisetty et al., 2021).

Le perdite possono essere ridotte al minimo anche assumendo professionisti che introducano metodi creativi di organizzazione del lavoro, pianificando ispezioni di macchinari e attrezzature e implementando questi metodi per evitare difetti.



**Figura 5.1.** *Strumenti per prevenire e ridurre le perdite alimentari nelle panetterie (Gorynska-Goldmann et al., 2021)*

## **5.2. Cause di FW generati dalle caratteristiche fisico-chimiche delle materie prime e dal processo tecnologico. Misure per ridurre le perdite individuate lungo la filiera produttiva.**

Il processo tecnologico di panificazione è il seguente: preparazione e dosaggio delle materie prime e ausiliarie, preparazione dell'impasto, lavorazione dell'impasto, divisione, modellazione, fermentazione, cottura e raffreddamento del pane (Figura 5.2).

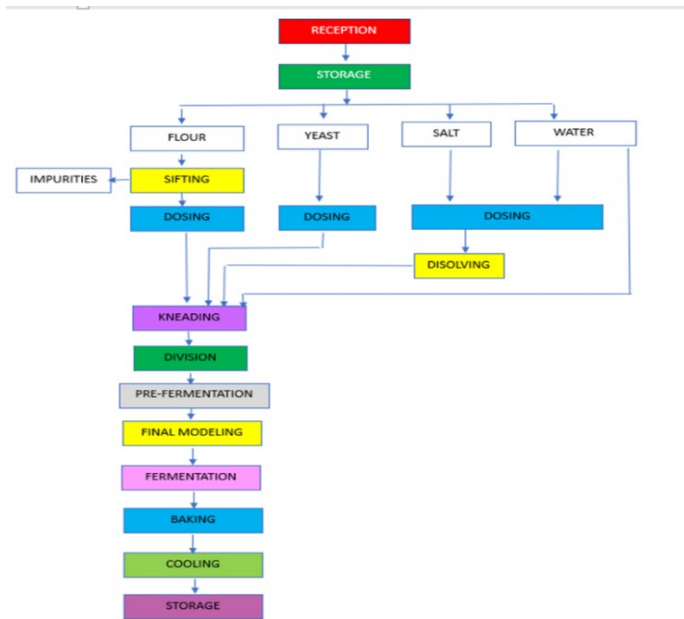


Figura 5.2. Flusso tecnologico del processo di panificazione

### Ricezione delle materie prime.

Il controllo delle condizioni di stoccaggio delle materie prime è fondamentale per ridurre le perdite (ad esempio, controllo della temperatura e dell'umidità del magazzino, controllo del sistema di raffreddamento). Va da sé che una pesatura accurata è la chiave per produrre prodotti da forno di qualità giorno dopo giorno. I clienti si aspettano di acquistare un prodotto da forno che abbia lo stesso sapore dell'ultima volta che sono stati in negozio. Senza un sistema di misurazione standardizzato, questo non accadrà.

I fornitori di materie prime per la panificazione dispongono di attrezzature come bilance per i prodotti secchi e misurini e tazze per i componenti liquidi che aiutano il sistema di qualità della panetteria. Le aziende di panificazione dovrebbero collaborare con fornitori affidabili che forniscono materie prime di qualità sufficiente e affidabile per ridurre le perdite.

I fornitori di materie prime devono essere monitorati e valutati in modo molto rigoroso (ad esempio, i fornitori devono fornire certificati di qualità e conformità ed essere sottoposti ad audit), i dipendenti qualificati devono controllare ogni consegna (e informare il fornitore in caso di irregolarità). Inoltre, i dipendenti responsabili dell'acquisto e del ricevimento delle materie prime devono essere ben formati.

Le unità di panificazione attribuiscono un'alta priorità alla necessità di regolare le condizioni delle materie prime e di stabilire linee guida per prevenire la contaminazione incrociata degli allergeni. È emerso che la logistica automatica delle materie prime attraverso il trasporto a rulli a controllo elettronico consente di dosare e pesare le materie prime direttamente nell'area di produzione, riducendo così in modo significativo la perdita di materie prime. Il sistema integrato di serbatoi a silo consente inoltre di stoccare le materie prime in ambienti sicuri per gli alimenti. Si stima che l'1-2% delle materie prime vada perso ogni anno a causa di perdite di materiale (comprese le fuoriuscite di farina e altre materie prime).

Per quanto riguarda la qualità delle materie prime, quando si scopre un problema durante la consegna delle materie prime, le sezioni difettose delle forniture vengono scartate. Il mercato offre un accesso illimitato alle materie prime, consentendo una selezione basata sulla qualità. Le unità di panificazione controllano costantemente che l'imballaggio sia sigillato, per garantire che gli ingredienti siano mantenuti nel loro stato originale e che i materiali siano conservati in condizioni di stoccaggio adeguate. A causa delle azioni individuali all'interno del processo tecnologico, l'errore umano è un'altra fonte di spreco nelle unità di panificazione. È possibile che un dipendente scelga o distribuisca le materie prime in modo errato; gli errori possono verificarsi anche quando si mescolano le materie prime. Quando le materie prime vengono immagazzinate, pesate, distribuite per la produzione o dosate, l'errore umano può causare una perdita di materiale (Gorynska-Goldmann et al., 2021).

### **Preparazione dell'impasto e modellazione.**

Gorynska-Goldmann et al. (2021) hanno individuato possibili metodi per il recupero degli scarti di pane nel settore della panificazione, a partire dalla fase di produzione e manipolazione dei prodotti intermedi e dell'impasto; dalla porzionatura e formazione dell'impasto.

Un controllo più efficiente dei parametri tecnologici (relativi alla manipolazione dell'impasto e alla valutazione della sua temperatura e acidità, tra le altre cose) può ridurre significativamente le perdite di produzione durante la fase di formazione e modellazione dell'impasto per ottenere prodotti da forno. I ricercatori hanno sottolineato che la formazione dei dipendenti sulla corretta organizzazione e sul controllo fisico dell'ambiente di produzione svolge un ruolo importante nella gestione degli scarti.

Il maggior numero di motivi unilaterali è stato riscontrato nella categoria delle macchine, tra cui la mancanza di supervisione dei macchinari, l'uso di attrezzature antiquate, infrastrutture poco sviluppate, malfunzionamenti delle attrezzature, lavoratori non qualificati e condizioni tecniche e igieniche inferiori alle aspettative.

Durante i processi di pre-fermentazione, formatura e fermentazione del prodotto, le differenze tra le masse di pasta sono visibili subito dopo la miscelazione e prima dell'infornata. Le perdite di questa natura sono causate, tra l'altro, da macchinari e dispositivi di formatura inaffidabili, da difetti di funzionamento delle camere di crescita dell'impasto e delle attrezzature di affettatura, come hanno dimostrato anche i ricercatori Joardder e Masud nel 2019. I difetti e le perdite di materie prime, semilavorati, impasti e prodotti finali possono derivare dalla mancanza di attenzione allo stato tecnico dei dispositivi e dei macchinari, in particolare delle attrezzature di trasporto (Caldeira et al., 2019).

Il forno e il processo di panificazione, tra gli altri processi tecnologici, sono soggetti a errori. Le perdite di cottura si verificano e i prodotti che non

soddisfano gli standard di fabbrica vengono scartati. Fino allo 0,5% delle perdite di produzione si verificano sotto forma di deformazioni o danni, prodotti bruciati o cotti in modo inadeguato, etc.

Le cause che portano ai difetti del pane, per ogni fase tecnologica, i principali difetti generati nel prodotto, nonché le misure che possono essere adottate per evitarli, sono presentate nella tabella 5.3.

**Tabella 5.3.** Cause dei difetti del pane e misure per evitarli

<b>Cause dei difetti del pane</b>	<b>Difetti principali</b>	<b>Misure da adottare per evitare i difetti</b>
<b>Utilizzo di materie prime inadeguate nella fase di preparazione dell'impasto</b>		
Farina di scarsa qualità o farina di grano con un'alta percentuale di chicchi germogliati	Il pane ha un volume ridotto, è appiattito, la crosta è di colore più scuro, umida e appiccicosa, si separa dalla crosta.	Aerare la farina per ossigenarla, miscelarla con farine sane, aumentare l'acidità aumentando la quantità di freschezza con lievito madre o acidi alimentari (acido ascorbico, lattico, acetico), preparare impasti più freddi (23 - 25°C), dividere in pezzi di peso ridotto e cuocerli a temperature più elevate, realizzare semilavorati di elevata consistenza, ridurre il tempo di lievitazione, lievitare a max. 33°C, aumentando la dose di sale dall'1,5% all'1,7-1,8%, l'aggiunta di sostanze ossidanti.
<b>Farine non maturate o da grano nuovo.</b>	Il pane ha una crosta di colore troppo chiaro (pallido), la crosta presenta crepe; il nucleo è friabile	Come al punto precedente + aggiunta di glutine 1-2%, aggiunta di zucchero 2%.
<b>Farine a basso contenuto di enzimi e soprattutto di amilasi.</b>	Farine "dure" con bassa attività amilasica, amido resistente all'attacco enzimatico: il pane ha volume e porosità ridotti, crosta di colore debole, aroma debole, nucleo ruvido che invecchia più rapidamente.	Aggiunta di $\alpha$ -amilasi sotto forma di preparati di malto o di $\alpha$ -amilasi fungina (da muffe), miglioratori contenenti $\alpha$ -amilasi, una parte del 5% della farina lavorata, aggiunta di zucchero o glucosio per la lavorazione dell'impasto, in proporzione del 4-5% della farina.
<b>Farina di frumento bruciata con</b>	Il pane è denso e poco sviluppato.	L'aggiunta di preparati di malto o di miglioratori che apportano un notevole apporto di amilasi e

<p>proteine del glutine denaturate (indice di deformazione ID &lt; 4 mm e stabilità di 15-17 min).</p>	<p>proteasi, di preparati proteolitici o di sostanze riducenti, la preparazione di impasti a bassa consistenza, il prolungamento della durata del processo tecnologico in funzione della quantità di glutine presente nella farina, il rilassamento dell'impasto, la lievitazione intermedia dei pezzi.</p>	
<p><b>Farine con glutine di scarsa qualità.</b> Farine con un forte ID del glutine &lt; 6mm</p>	<p>Il pane è denso e non sviluppato, con pori piccoli, di sezione rotonda, con una forma vicina a quella stampata per modellazione.</p>	<p>Impasto con farine iperenzimatiche, utilizzo di miglioratori con apporto di proteasi, aggiunta di preparati proteolitici o di sostanze riducenti (glutazione), preparazione di semilavorati di consistenza ridotta, prolungamento del tempo di impasto, distensione della pasta, fermentazione intermedia dei pezzi.</p>
<p><b>Farine con glutine di scarsa qualità.</b> Farine con glutine debole ID &gt; 20mm</p>	<p>Il pane è appiattito, con volume ridotto e porosità grossolana (simile alle farine non maturate)</p>	<p>Preparazione di impasti con basse temperature (23-25°C) ed elevate consistenze; aumento dell'acidità dei semilavorati; preparazione di lieviti piccoli (nella fase di lievitazione si aggiunge una quantità di farina minore del solito); riduzione della durata del processo tecnologico; aumento della percentuale di sale all'1,7-1,8%, divisione dell'impasto in pezzi più piccoli e cottura a temperature più elevate, per fissare più velocemente il volume del pane, aggiunta di sostanze ossidanti.</p>
<p><b>Utilizzo di lievito di scarsa qualità</b></p>	<p>Il pane ha un volume ridotto, è appiattito, il nucleo è compatto.</p>	<p>Aggiunta di una quantità di circa 0,2% di lievito durante l'impasto, attivazione dei lieviti mediante l'aggiunta di una certa quantità di zucchero (2%) alla sospensione.</p>
<p><b>Errata gestione del processo tecnologico</b></p>		
<p>Utilizzo di una quantità di <b>lievito</b> troppo bassa durante la preparazione dell'impasto.</p>	<p>Il pane è poco sviluppato; la crosta è screpolata e con vesciche bruciate; il nucleo è compatto e anelastico.</p>	<p>Aggiungere una quantità di lievito pari a circa lo 0,2% quando si lavora l'impasto e lo si reimpasta. Rispettare le proporzioni prescritte nella ricetta per la formazione del lievito e dell'impasto.</p>



<p>Utilizzo di una quantità eccessiva di <b>lievito</b> durante la preparazione dell'impasto</p>	<p>Il pane è appiattito, la crosta è di colore troppo chiaro; il nucleo è friabile e presenta crepe; ha pori piccoli e irregolari.</p>	<p>Idem come in precedenza e abbreviazione del tempo di fermentazione dell'impasto.</p>
<p><b>Preparazione di un impasto</b> troppo duro (impasto troppo "legato")</p>	<p>Il pane ha un volume ridotto, è convesso; la crosta è di colore troppo chiaro; il nucleo è troppo friabile e presenta crepe; ha pori piccoli e irregolari.</p>	<p>Dosaggio della farina e dell'acqua secondo la ricetta della rispettiva qualità di farina utilizzata per la produzione. Prolungamento della durata della fermentazione e della lievitazione finale dell'impasto</p>
<p><b>La fermentazione dell'impasto</b> è avvenuta in tempi troppo brevi o a temperature troppo basse, ottenendo un impasto non sufficientemente fermentato (pasta giovane).</p>	<p>Il pane ha un volume ridotto ed è rigonfio; la crosta presenta bolle bruciate e si separa dal nucleo; il nucleo è compatto, umido e appiccicoso, con strati e crepe; sapore dolce e odore di lievito.</p>	<p>Prolungare la durata della fermentazione finale fino alla completa maturazione; alzare i pezzi prima di metterli a lievitare o dopo 35 min di lievitazione; la cottura avverrà a bassa temperatura (in un forno "morbido")</p>
<p><b>La fermentazione dell'impasto</b> è stata condotta troppo a lungo o ad una temperatura troppo elevata, ottenendo un impasto sovrafermentato (impasto "vecchio")</p>	<p>Il pane è appiattito, la crosta è chiara e presenta crepe sulla superficie e sui lati; il nucleo è di colore più scuro e presenta vuoti orizzontali allungati, il sapore è aspro.</p>	<p>Accorciare il tempo di lievitazione finale; i pezzi di pasta lieviteranno prima di essere messi in forno a temperature più alte (forno "veloce"); nel caso in cui l'acidità sia troppo alta e la resistenza del glutine sia distrutta, il lievito, rispettivamente la pasta, si divideranno durante la formazione di altri semilavorati.</p>
<p>Usare troppa farina quando si <b>modellano</b> i pezzi di pasta.</p>	<p>Il pane ha un aspetto farinoso e crepe nella crosta; il nucleo è friabile e screpolato.</p>	<p>Si preparerà un impasto di consistenza normale; si rispetterà la quantità di farina prescritta per la modellazione; si solleveranno i pezzi con molta attenzione prima di metterli in forno.</p>
<p><b>Cuocere</b> il pane a una temperatura troppo alta (in un forno "veloce")</p>	<p>Il pane ha un volume ridotto, è rigonfio; la crosta è scura, priva di lucentezza, con grani bruciati e crepe; il nucleo è umido e appiccicoso, a volte con strisce più scure.</p>	<p>La temperatura del forno viene regolata strofinando ripetutamente il focolare con un panno umido, introducendo il vapore che fuoriesce o mantenendo aperti i canali di fumo; la lievitazione finale dell'impasto avverrà fino a</p>

---

<b>Cottura</b> del pane a temperatura troppo bassa (in un forno morbido)	Il pane è appiattito; la crosta è troppo spessa e dura, pallida e con crepe in superficie, dirette in diverse direzioni, e la crosta sul focolare è morbida; il nucleo del pane è scuro.	completa maturazione; il focolare del forno sarà completamente carico, per mantenersi entro i limiti prescritti dalla ricetta di fabbricazione. Regolare la temperatura del forno interrompendo la cottura per un breve periodo (ritorno); accorciare il tempo di lievitazione finale; la quantità di vapore nella camera di cottura sarà ridotta e i pezzi di pane saranno disposti più distanziati sul focolare.
<b>Cuocere</b> il pane in un ambiente con troppo vapore	Il pane è appiattito e ha un volume ridotto; la crosta è troppo sottile e ha un aspetto "cotto"; il nucleo è umido.	Aprire i registri in tempo per far uscire il vapore in eccesso; l'impasto non lieviterà più; la cottura non avverrà con la porta del forno aperta. La corretta gestione dei dispositivi per la formazione del vapore e di quelli per la sua evacuazione dalla camera di cottura. L'introduzione del vapore in tempo e la corretta gestione dei rispettivi dispositivi; nel caso in cui siano difettosi, si inserisce nel forno una ciotola d'acqua con un'ampia superficie, per una più rapida evaporazione dell'acqua; l'impasto si lava o spruzza intensamente quando viene messo nel forno. La corretta gestione dei dispositivi di formazione del vapore; la rimozione dei difetti che si verificano in questi dispositivi e in quelli che scaricano il vapore.
<b>Cuocere</b> il pane in un ambiente con vapore troppo basso	Il pane ha una crosta chiara, è ruvido senza lucentezza e presenta crepe sulla superficie o sui lati.	
<b>Conservazione e manipolazione del pane dopo la cottura</b>		
<b>Stoccaggio</b> del pane in file troppo ravvicinate o sovrapposte	Il pane è appiattito, deformato; la crosta è screpolata, morbida, schiacciata; il nucleo è compatto.	Posizionamento regolare del pane in cassette, su rastrelliere o su scaffali.

---

---

**Trasportare** il pane caldo o disporlo in file ravvicinate o sovrapposte

Il pane è appiattito, deformato; la crosta è screpolata, morbida, schiacciata; il nucleo è compatto.

Trasporto del pane solo in casse o rastrelliere; si farà attenzione che il pane venga prima raffreddato.

---



**Difetti della crosta**



**Difetti del nucleo**



**Figura 5.3.** *Difetti del pane*

### **5.3. Cause dei rifiuti alimentari generati dalla contaminazione microbiologica delle materie prime e del processo tecnologico**

#### **5.3.1. Tipi di deterioramento microbiologico delle materie prime e dei prodotti da forno**

Uno dei principali fattori di spreco alimentare è il deterioramento microbico dei prodotti da forno. Il deterioramento microbiologico è uno dei fattori che limita la durata di conservazione dei prodotti da forno. Il deterioramento dovuto alla crescita microbica causa perdite economiche sia per i produttori che per i consumatori. Possono comparire tre tipi di deterioramento batterico: il deterioramento batterico, il deterioramento da lievito e il deterioramento da muffa.

##### **Deperimento batterico**

I batteri hanno il potenziale per contaminare i prodotti da forno, anche se la loro crescita è più limitata dalla bassa attività dell'acqua e dal basso pH.

Le spore del *Bacillus subtilis*, ad esempio, sono resistenti al calore.

Questo microrganismo è presente soprattutto negli ingredienti grezzi - farina, zucchero e lievito - e provoca la formazione di corde nel pane. Una delle caratteristiche del pane a pasta filata è la comparsa di una decolorazione dal marrone al nero, un odore di frutta marcia e una mollica molto filante. Questo problema compare di solito in estate, quando il clima è caldo e umido.

Una delle principali fonti di contaminazione batterica è rappresentata dagli ingredienti, per cui si raccomanda di utilizzare solo ingredienti con un basso livello di contaminazione. Le specie più comuni che causano il deterioramento batterico sono *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium* e *Bacillus cereus*.

Il deterioramento del pane viene rilevato innanzitutto da un odore simile a quello dell'ananas. Successivamente, la mollica diventa scolorita, morbida e appiccicosa, rendendo impossibile il consumo del pane.

Il deterioramento del pane è dovuto all'effetto degli enzimi amilolitici e proteolitici prodotti dal ceppo di *Bacillus*.

Per ridurre l'incidenza di questo problema è necessario che siano in vigore rigorose pratiche sanitarie e di produzione. Inoltre, l'uso di conservanti come il propionato può essere utilizzato per eliminare questo problema.

### **Lievitazione**

Nella panificazione possono verificarsi anche problemi di lievitazione dovuti ai lieviti selvatici, tra cui *Trichosporon variable*, *Saccharomyces*, *Pichia* e *Zygosaccharomyces*. Producono macchie bianche nel pane e possono essere divisi in due tipi:

- lieviti visibili che crescono sulla superficie del pane e producono macchie bianche o rosate - principalmente *Pichia burtonii*
- i deterioramenti fermentativi che causano la comparsa di odori alcolici - lieviti osmofili. Ciò è dovuto principalmente ad attrezzature e utensili non puliti.

Pertanto, il mantenimento di un buon processo di produzione ridurrà al minimo la contaminazione da parte dei lieviti osmofili.

### **Muffa**

Uno dei problemi più costosi e gravi per i panifici è il deterioramento da muffa. In generale, le spore di muffa vengono uccise durante il processo tecnologico del pane fresco e di altri prodotti da forno. Pertanto, se si verifica una contaminazione da muffa, questa proviene dall'aria, dalle superfici del forno, dalle attrezzature, dagli addetti alla manipolazione degli alimenti o dagli ingredienti crudi dopo la cottura durante le operazioni di raffreddamento, affettamento o confezionamento. Il numero di muffe è solitamente più elevato durante l'estate, a causa della contaminazione atmosferica dovuta al clima caldo e alle condizioni di conservazione umide. Inoltre, la condensazione dell'umidità sulla superficie di un prodotto può portare alla formazione di

muffe. Le muffe più comuni nei prodotti da forno sono: *Rhizopus sp.*, *Aspergillus sp.*, *Monilia sp.*, *Mucor sp.* and *Eurotium sp.*

### **Micotossine**

Oltre alle perdite economiche associate al deterioramento del pane e allo spreco di cibo, un'ulteriore preoccupazione è la possibilità che le micotossine prodotte dalle muffe presenti nel pane deteriorato possano causare problemi di salute pubblica.

### **5.3.2. Misure per ridurre le perdite microbiologiche individuate lungo la catena di produzione**

Per ridurre gli sprechi alimentari nell'industria della panificazione dovuti al **deterioramento microbico**, l'azione principale che può essere applicata è il controllo della crescita microbica. Per ridurre l'incidenza del deterioramento batterico è necessario adottare rigorose pratiche sanitarie e di produzione. Il mantenimento di un buon processo di produzione ridurrà al minimo la contaminazione da parte dei lieviti osmofili.

Le muffe sono tolleranti alle condizioni acide, quindi gli alimenti con un valore di pH < 4,5 non sono solitamente rovinati dai batteri, ma sono più suscettibili al deterioramento da parte delle muffe.

La temperatura gioca un ruolo dominante nella crescita delle muffe e nella germinazione delle spore. Pertanto, la riduzione della temperatura di conservazione, da 27°C a 21°C, ha raddoppiato la durata di conservazione delle torte senza muffe (Chamberlain, N. 1993.).

La crescita delle muffe può essere ridotta con una serie di tecniche, tra cui le seguenti: i) attenzione all'igiene all'interno del panificio per ridurre le opportunità di accesso delle spore di muffa al prodotto; ii) pastorizzazione del pane una volta confezionato, iii) uso di conservanti, iv) uso di nuovi ingredienti con proprietà inibitorie delle muffe. Questo obiettivo può essere raggiunto utilizzando diversi metodi presentati di seguito.

La **reformulazione** comporta la riduzione dell'acqua disponibile (*aw*) nei prodotti da forno per ottenere una maggiore conservabilità. Questa riduzione può essere ottenuta per disidratazione, evaporazione, liofilizzazione o mediante additivi ad alta attività osmotica, zucchero e sali, incorporati direttamente nei prodotti.

Il controllo della crescita delle muffe nei prodotti da forno si basa principalmente sul mantenimento di un'attività idrica sufficientemente bassa. Ad esempio, una *aw* di 0,75 può offrire un'estensione di 6 mesi della durata di conservazione.

Poiché una bassa *aw* può influire negativamente sulla qualità dei prodotti, ogni riduzione deve essere effettuata con molta attenzione.

Il **congelamento** è stato utilizzato in particolare per la conservazione a lungo termine dei prodotti da forno. È importante che il processo di congelamento sia rapido, in modo da poter controllare la formazione di cristalli di ghiaccio. I cristalli di ghiaccio di grandi dimensioni possono danneggiare le membrane e le strutture cellulari interne. Sono comunemente congelati prodotti come torte, pancake e frollini. Il pane è stato mantenuto fresco per molti mesi conservandolo a -22 °C.

Desroisier (2006) ha riferito che il pane congelato rapidamente dopo la cottura e conservato per un anno a -18 °C era equivalente in termini di morbidezza al pane fresco conservato per due giorni a 20 °C.

**Conservanti.** Per controllare la crescita delle muffe nei prodotti da forno si utilizzano soprattutto i conservanti. Esistono due tipi di conservanti: gli inibitori chimici e gli inibitori naturali della muffa nel pane. Gli inibitori chimici comprendono gli acidi acetico, sorbico e propionico e i loro sali. È stato riferito che l'acido sorbico ha un buon effetto sulla crescita di *Aspergillus niger* e specie di *Penicillium*. (Ray, L. and Bullerman, L.B. 2001).

In uno studio condotto da Doores, S. 1993, è stato evidenziato che l'acido propionico e i suoi sali hanno un effetto di inibizione della crescita delle

muffe. Le concentrazioni di propionato tra l'8 e il 12% sono risultate efficaci nel controllare la crescita delle muffe sulla superficie dei prodotti da forno.

I **bioconservanti** sono microrganismi e i loro metaboliti utilizzati per prevenire il deterioramento e prolungare la durata di conservazione degli alimenti). Quelli di particolare interesse sono i batteri lattici (LAB). Sono stati utilizzati per secoli come colture starter nell'industria alimentare e sono in grado di produrre diversi tipi di molecole bioattive come acidi organici, acidi grassi, perossido di idrogeno e batteriocine.

### **Confezionamento in atmosfera modificata**

*Anidride carbonica* - è dimostrato che è un modo efficace per ritardare lo sviluppo di muffe e di altri prodotti da forno ad alta attività dell'acqua. In termini generali, maggiore è la concentrazione di CO<sub>2</sub> utilizzata, maggiore è il prolungamento della durata di vita senza muffa.

Il costo elevato del confezionamento con gas (investimenti elevati in attrezzature, pellicole di confezionamento e gas costosi) limita l'uso del confezionamento con CO<sub>2</sub> del pane ai prodotti di alto valore destinati ad avere una lunga durata di conservazione, come alcuni prodotti a vita parziale, prodotti dietetici speciali come il pane senza glutine, prodotti etnici come il naan e alcuni pani commercializzati a livello internazionale.

*Assorbitori di ossigeno* - un altro approccio al confezionamento in atmosfera modificata consiste nel ridurre la concentrazione di O<sub>2</sub> della confezione utilizzando un materiale che assorbe l'ossigeno come "Ageless" (Mitsubishi, Gas Chemical Company Inc., Tokyo, Giappone) o l'assorbitore di ossigeno ATCO (ATCO S.A., Caen, France).

Anche in un sistema di confezionamento semplice, il pane che ha una durata di vita senza muffa all'aria di soli 5-6 giorni può essere mantenuto senza muffa per oltre 60 giorni se confezionato con una bustina che assorbe l'ossigeno (J.D. Legan.)

**Altre misure per ridurre la contaminazione microbiologica sono:**



## Capitolo 5

- Prevenzione dell'accumulo di detriti su macchinari quali vassoi, scaffali, nastri trasportatori e affettatrici
- Lavare frequentemente le tasche dei prover
- Mantenere pulite le pareti, i pavimenti, i soffitti e le altre superfici, in particolare quelle che vengono a contatto con il prodotto
- Separare le aree di manipolazione della farina dalle aree di raffreddamento e confezionamento dei prodotti
- Tenere il prodotto restituito fuori dalla panetteria, soprattutto se ammuffito.

### Bibliografia

1. Alexa E., (2008). Flour food technology, Eurobit Publishing House, Timisoara, Romania
2. Alpers T., Kerpes R., Frioli M., Nobis A., Hoi, K., Bach A., Jekle M., Becker, T., (2021). Impact of Storing Condition on Staling and Microbial Spoilage Behavior of Bread and Their Contribution to Prevent Food Waste. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10010076>
3. Caldeira, C.; Corrado, S.; Goodwin, L.; Sala, S. (2019). Global Food Waste. Responsible Consum. Prod., 1–12.
4. Chamberlain, N. (1993). Mold growth on cake. Biscuit maker and Plant Baker, 14:961-964
5. Desroisier, N.W. (2006). The Technology of Food Preservation. Avi Publ., Westport. Pp.110-148.)
6. Doores, S. (1993). Organic acids. In: Antimicrobials in Foods (ch. P. M. Davidson und A.L. Branen). Marcel Dekker, Inc., New York pp. 117-119)
7. Doores, S., (2005). Organic acids. FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY-NEW YORK-MARCEL DEKKER-, 145: 91.
8. Doyle M. Ellin, PhD, Food Research Institute, University of Wisconsin-Madison, WI 53706, FRI Briefings [http://fri.wisc.edu/docs/pdf/FRI\\_Microbial\\_Food\\_Spoilage\\_7\\_08.pdf](http://fri.wisc.edu/docs/pdf/FRI_Microbial_Food_Spoilage_7_08.pdf)
9. Espinoza-Oriaz, N.; Stichnothe, H.; Azapagic, A. (2011). The carbon footprint of bread. Int. J. Life Cycle Assess., 16, 351–365.

10. Gorynska-Goldmann E., Gazdecki M., Rejman K., Kobus-Cisowska J., Łaba S., Łaba R. 2020. How to Prevent Bread Losses in the Baking and Confectionery Industry? Measurement, Causes, Management and Prevention. *Agriculture* 2021, 11, 19. <https://doi.org/10.3390/agriculture11010019>
11. Kulak, M.; Nemecek, T.; Frossard, E.; Chable, V.; Gaillard, G. (2015). Life cycle assessment of bread from several alternative food networks in Europe. *J. Clean. Prod.*, 90, 104–113.
12. Legan J.D., (1993). *Mould spoilage of bread: the problem and some solutions*, International Biodeterioration & Biodegradation, Volume 32, Issues 1–3, Pages 33-53, ISSN 0964-8305, [https://doi.org/10.1016/0964-8305\(93\)90038-4](https://doi.org/10.1016/0964-8305(93)90038-4).
13. Narisetty, V.; Cox, R.; Willoughby N.; Aktas E.; Tiwari B.; Matharu A.S.; Salonitis K.; Kumar V., (2021). Recycling bread waste into chemical building blocks using a circular biorefining approach, *Sustainable Energy Fuels*, 5, 4842,
14. Notarnicola, B.; Tassielli, G.; Renzulli, P.A.; Monforti, F. (2017). Energy Flows and Greenhouses Gases of EU (European Union) National Breads Using an LCA (Life Cycle Assessment) Approach. *J. Clean. Prod.*, 140, 455–469.
15. Ray LL, Bullerman LB. Preventing Growth of Potentially Toxic Molds Using Antifungal Agents 1. *J Food Prot.* 1982 Aug;45(10):953-963. doi: <https://doi.org/10.4315/0362-028X-45.10.953>, PMID: 30866272
16. Ray, L. and Bullerman, L.B. (2001). Preventing growth of potentially toxic molds using antifungal agents. *Journal of Food Protection*, 45:953-963).
17. Saranraj P., (2012). Microbial Spoilage of Bakery Products and Its Control by Preservatives. *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives*. ISSN 0976 - 3333,
18. Smith J.P., Philips Daifas D., El-Khoury W., Koukoutsis J., (2004), Shelf life and Safety Concerns of Bakery products - A Review, *Critical Reviews In Food Science and Nutrition*, 44:19-55 DOI: <https://doi.org/10.1080/10408690490263774>
19. Saranraj P., (2012). Microbial Spoilage of Bakery Products and Its Control by Preservatives. *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives*. 3.
20. Stensgaard, A.; Hanssen, O.J. (2016) Food waste in Norway 2010–2015 Final Report from the ForMat-Project; OR 17.16; Ostfold Research: Kråkerøy, Norway, 2016.
21. Torrey GS, Marth EH., (1977). Isolation and Toxicity of Molds from Foods Stored in Homes. *J Food Prot.* Mar;40(3):187-190. doi: 10.4315/0362-028X-40.3.187.
22. Vandermeersch T., Alvarenga R. A. F., Ragaert P., Dewulf J., (2014). *Resour. Conserv. Recycl.*, 87, 57–64.

## Capitolo 6

### **Cause dello spreco alimentare nell'industria della pasta. Misure per ridurre gli sprechi alimentari nell'industria della pasta**

#### **6.1. Misure per ridurre lo spreco di cibo nell'industria della pasta. Ricerche e studi condotti sulle possibili cause dello spreco alimentare nell'industria della pasta**

In tutto il mondo, la pasta è conosciuta come un alimento di base conveniente e popolare. La scelta dei consumatori nei confronti della pasta è legata al suo valore sensoriale e nutrizionale, ma anche alla sua versatilità per diversi piatti. Un recente studio (Bresciani et al., 2022) riporta che nel mondo si producono 14,3 milioni di tonnellate di pasta all'anno. A livello globale, il principale produttore di pasta è l'Italia, seguita da Stati Uniti, Brasile, Turchia e Russia. Le principali materie prime per la pasta sono diversi prodotti della macinazione ottenuti dal grano duro (*Triticum durum* Desf.) come la semola, la semola grossa o la semola integrale. L'uso della semola dura nella produzione di pasta influenza notevolmente la qualità del prodotto, soprattutto in termini di proprietà reologiche dell'impasto, qualità di cottura e accettazione da parte del consumatore. In Italia la produzione di pasta di semola dura è un aspetto obbligatorio. Tuttavia, in altri Paesi si utilizza anche il grano tenero (*Triticum aestivum* L.), soprattutto per la sua elevata disponibilità e il suo basso costo.

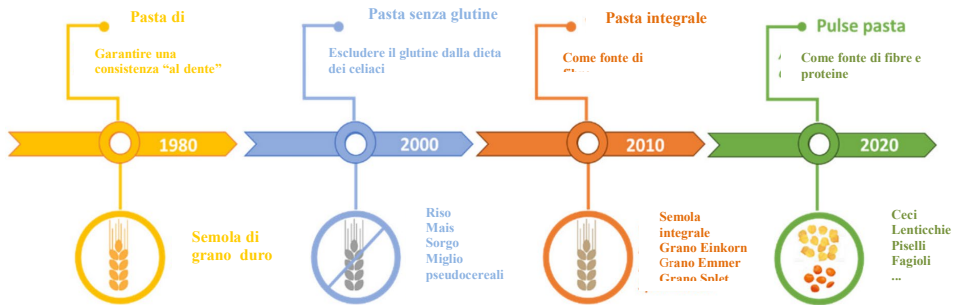
La pasta appartiene al gruppo 6.4 dell'Appendice D del Regolamento (CE) n. 1333/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio, intitolato Gruppi alimentari. Le principali fasi di lavorazione durante la produzione della pasta

sono il ricevimento delle materie prime, il dosaggio, la miscelazione e l'impastamento, la formatura (pressatura, estrusione o laminazione), il taglio, l'essiccazione e il confezionamento (figura 6.1). La pasta può essere essiccata o meno. La pasta si divide fundamentalmente in due gruppi: pasta fresca (umidità circa 25%) e pasta secca (umidità 12%).



**Figura 6.1.** Schema tecnologico generale della produzione di pasta (da Klinger 2010)

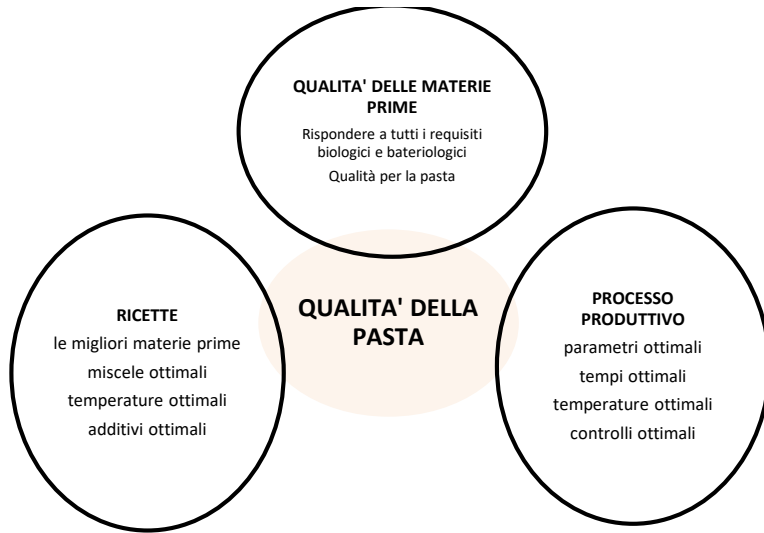
Negli ultimi decenni, gli studi di ricerca hanno messo a punto diverse strategie per la produzione di pasta funzionale. La crescente tendenza del mercato a ottenere determinati vantaggi nutrizionali derivanti dalle materie prime alternative utilizzate nella produzione di pasta si riflette nell'interesse dei consumatori per le diverse varietà di pasta, come si può vedere nella Figura 6.2.



**Figura 6.2.** *Tipo di pasta ed evoluzione delle materie prime negli ultimi decenni (Bresciani et al.,2022).*

La perdita di produzione nel processo produttivo è legata alla qualità della produzione. Una possibilità è quella di esaminare la qualità della pasta secondo il modello di qualità della pasta (Figura 6.3).

Un singolo elemento, come il tipo di materia prima (semola raffinata o integrale), può avere un impatto significativo sull'intero processo e sulla qualità del prodotto finale. È fondamentale identificare gli elementi presenti in questa situazione (cioè quali variabili di processo sono influenzate da materie prime alternative) per modificare efficacemente il processo e produrre una pasta di alta qualità.



**Figura 6.3.** *Determinanti per la qualità della pasta (Sissons 2008).*

### 6.1.1. Qualità delle materie prime

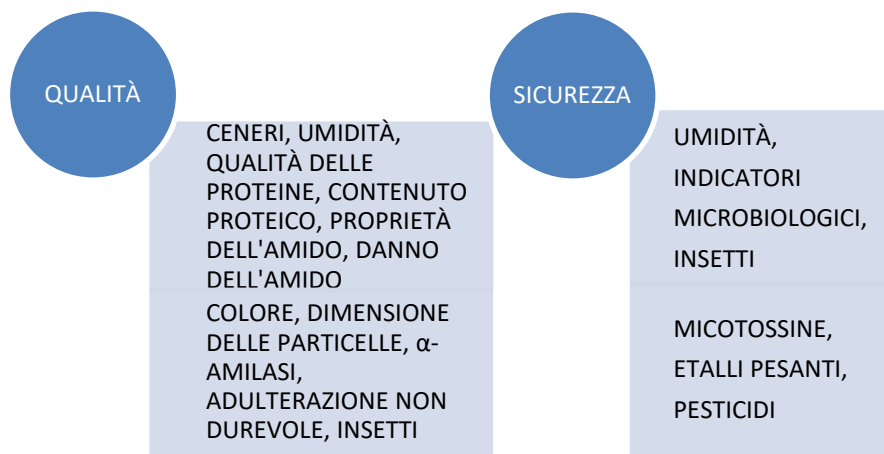
La principale materia prima della pasta è la farina di grano duro, ricavata dallo strato intermedio del chicco (la cosiddetta semola) o dal chicco intero (farina integrale) e acqua. La farina di grano duro si ottiene dalla macinazione del grano duro (*Triticum durum*). Il contenuto proteico della farina e la qualità delle proteine sono un importante indicatore della qualità della farina per pasta. In generale, maggiore è il contenuto di proteine, più forte è la pasta. In questo caso, la pasta ha una consistenza migliore durante la cottura e viene rilasciato meno amido durante la cottura.

Un altro importante indicatore della qualità della farina è la sua granulosità. La farina deve avere uno spessore uniforme, in modo che tutte le particelle di farina assorbano una quantità uguale di acqua. In caso contrario, le particelle più piccole assorbono più di quelle grandi. Il risultato sono macchie bianche sulla pasta.

È anche noto che le proprietà dell'amido di semola, in particolare il livello di amido danneggiato e il potere di rigonfiamento, influenzano

fortemente le caratteristiche qualitative della pasta. L'amido danneggiato contiene sia amilosio che amilopectina, che assorbono alti livelli di acqua e possono formare una rete temporanea basata sull'aggrovigliamento (Bruneel et al., 2010). Inoltre, il rapporto che si stabilisce tra proteine e amido durante la cottura della pasta è determinante per la sua qualità. Se durante la cottura si forma una forte rete proteica e le particelle di amido sono confinate in questa rete, la pasta finale cotta sarà soda ed elastica. Se durante la cottura si sviluppa una rete proteica debole, la pasta risulterà appiccicosa e molliccia (nel caso opposto di un significativo rigonfiamento dell'amido) (Delcour et al., 2000). Durante la cottura, questa rete già formata rimane continua nella pasta di alta qualità. La coerenza di questa rete potrebbe essere distrutta dal rigonfiamento dell'amido. Al posto dell'amido di semola sono stati utilizzati amidi cerosi di varia provenienza, ottenendo un maggiore rigonfiamento dell'amido e un prodotto dalla consistenza morbida.

Tuttavia, oltre a questi indicatori di qualità, un quadro completo dei parametri qualitativi della semola e della sua influenza sulla qualità e sulla sicurezza della pasta è riassunto nella Figura 6.4.



**Figura 6.4.** Parametri di qualità della semola e loro influenza sulla qualità e sicurezza della pasta (after Turnbull, 2001)

In genere, per produrre pasta di alta qualità si utilizza una semola di grano duro con un contenuto di ceneri pari a circa 0,88-0,9% dwb (base peso secco). Le semole con una percentuale di ceneri compresa tra lo 0,9% e l'1,1% p.c. producono una pasta dal colore più scuro e dal sapore più "di grano". Poiché contengono una percentuale così alta di ceneri, la pasta prodotta con semole con una percentuale di ceneri superiore all'1,1% sarà troppo scura, avrà un sapore forte e una consistenza peggiore. Le diverse cultivar di grano duro e le pratiche agronomiche possono dare origine a grani con contenuti di ceneri diversi. Questo può portare a semole con concentrazioni di ceneri diverse, ma con estrazione e altri attributi qualitativi identici. A volte, le tecniche di macinazione con scortecciatura possono produrre semole di buon colore con alti livelli di ceneri. Sebbene il contenuto di minerali non possa essere osservato nel prodotto finito, la misurazione delle ceneri è un'utile indicazione del processo di macinazione e dei potenziali effetti sul prodotto finito.

La dimensione delle particelle, la forma, la quantità di farina, così come la quantità di  $\beta$ -carotene e il contenuto di crusca, hanno tutti un ruolo nel determinare il colore di un campione di semola.

È possibile che il grano duro utilizzato per produrre la semola abbia iniziato a germogliare prima di essere macinato, se è stato esposto a condizioni ambientali sfavorevoli (come un'elevata umidità o una forte pioggia). Quando i semi germogliano, l'enzima  $\alpha$ -amilasi viene rilasciato dal germe nell'endosperma, dove scinde l'amido in zucchero per un rapido assorbimento durante la crescita della pianta. Se la semola presenta livelli eccessivi di questo zucchero, potrebbero sorgere problemi durante la lavorazione, ma in particolare il prodotto finale potrebbe diventare appiccicoso. Quantità estremamente elevate causano anche problemi di estrusione.



### 6.1.2. Formulazione e processo produttivo

Quando si prepara l'impasto, è importante che le materie prime siano dosate in un determinato rapporto, in modo che le materie prime siano completamente miscelate e le particelle di farina leghino la stessa quantità di acqua. Nel calcolare la quantità d'acqua, occorre considerare il contenuto di umidità delle materie prime aggiunte all'impasto e il loro comportamento nella massa dell'impasto. La semola e l'acqua vengono accuratamente dosate e miscelate per formare un impasto idratato con un contenuto di umidità totale di circa il 30-32%. L'idratazione della semola garantisce la corretta solvibilità delle proteine, mentre il glutine è ancora nelle prime fasi di sviluppo. Solo una corretta idratazione delle proteine garantisce la formazione di una rete glutinica continua nei processi successivi, controllando ed evitando un eccessivo rigonfiamento dell'amido durante la cottura.

De la Pena e Manthey, 2017, hanno esaminato gli effetti di vari livelli di idratazione (tra il 30 e il 34%) sulle caratteristiche di estrusione di semola raffinata o integrale (da sola o combinata con farina di semi di lino) e sul comportamento di cottura dei corrispondenti campioni di pasta. Secondo i risultati dello studio, l'energia meccanica specifica (PMI) e la pressione di estrusione sono diminuite all'aumentare dell'idratazione. *La formulazione della pasta* sembra avere un impatto importante soprattutto sulla pressione di estrusione: l'impasto di semola registra un calo di pressione inferiore a quello osservato per la semola integrale. Inoltre, per quanto riguarda il colore della pasta, alti livelli di idratazione (32-34%) sono legati a una diminuzione della luminosità e a un aumento del grado di rosso ( $a^*$ ), ma non hanno alcun effetto sul grado di giallo ( $b^*$ ) (De la Peña et al., 2014).

Quando nella formulazione vengono utilizzati componenti o grani diversi dal grano duro, la procedura di idratazione diventa ancora più cruciale. Studiare e massimizzare la quantità di umidità è fondamentale per la riformatura della pasta, poiché influenza sia la qualità del prodotto finale sia le proprietà dell'impasto (in particolare, il modo in cui viene lavorato durante la fase di

estrusione). La forte idrofilia della fibra, che la mette in competizione con le proteine per l'assorbimento dell'acqua, può diminuire la quantità di acqua disponibile per la loro solvatazione, mettendo a rischio la costruzione di una rete uniforme. Inoltre, l'effetto di diluizione del glutine (causato dalla minore quantità di semola nella formulazione) e una discontinuità nella rete proteica determinata dall'interferenza dei polisaccaridi non amidacei sono entrambi fattori che contribuiscono al peggioramento della qualità della pasta in presenza di fibre. Risultati simili sono stati osservati quando la farina di semi di lino, la crusca di grano saraceno o la crusca di grano duro sono state incluse nella formulazione della pasta o quando è stata utilizzata la semola integrale (Bresciani et al, 2022). Secondo La Gatta et al. (2017) un modo per ridurre la competizione per l'acqua tra fibra e proteine è quello di idratare separatamente i due componenti (ad esempio, semola e crusca) prima dell'estrusione.

Quando si mescola l'impasto, c'è il rischio che la pasta si riscaldi. Con l'aumento della temperatura, la proteina adesiva diventa più dura e rigida, l'elasticità e la viscosità dell'impasto scompaiono a 55°C. Ma se la proteina adesiva dovesse coagulare, i pezzi di proteina coagulati nell'impasto impedirebbero alla pasta di formare una superficie liscia. Anche la miscelazione di aria nell'impasto dovrebbe essere evitata, perché l'aria miscelata peggiora la qualità, in quanto l'aria nei pori si espande durante l'essiccazione. In questo caso, la struttura della pasta finita si deteriora.

Quando si pressa e si modella la pasta corta, è importante che i fili di pasta non si secchino più del necessario per ridurre l'appiccicosità dell'impasto. In questo processo, lo strato superiore non deve asciugarsi verso il centro, altrimenti si svilupperanno tensioni che porteranno a crepe nel prodotto finito. Man mano che la superficie si asciuga, l'umidità diminuisce di circa l'1-2% della massa.

La pasta lunga deve essere arrotolata in più fasi. La laminazione a tappe conferisce alla pasta una consistenza uniforme ma meno compatta. Tale

laminazione migliora le proprietà di cottura, la capacità di rigonfiamento e la resistenza al morso della pasta.

La pressione e l'energia meccanica specifica come fattori di estrusione sono utili per valutare l'intero processo. Sono collegati e influenzati dagli stessi fattori, come la temperatura di estrusione e il contenuto di umidità. Il legame tra il livello di idratazione e l'energia meccanica specifica è l'area principale di enfasi. Essendo meno compatto, un impasto troppo umido avrebbe bisogno di un'energia specifica più bassa e non fornirebbe una resistenza sufficiente all'interno del cilindro di estrusione per favorire l'aggregazione delle proteine e, di conseguenza, una produzione soddisfacente di glutine. Una bassa energia meccanica specifica riduce la densità della pasta. L'acqua che non è attaccata alle proteine o ad altre (macro)molecole idrofile evapora durante la successiva fase di essiccazione e, di conseguenza, si ottiene una minore densità della pasta.

Per quanto riguarda la formulazione dell'impasto, è stato riportato che i lipidi (provenienti ad esempio dai semi oleosi) possono ridurre l'energia meccanica specifica dell'estrusione lubrificando l'impasto e di conseguenza una minore resistenza all'estrusione porterà a una pasta di diametro inferiore (Bresciani et al., 2022). La quantità di materiale rilasciato nell'acqua di cottura è inversamente correlata alla larghezza degli spaghetti, secondo De la Peña, E. e Manthey, 2017.

La pasta fresca viene inviata al bagno di ebollizione, il cui scopo è la gelatinizzazione dell'amido, la denaturazione dell'albume (se viene aggiunto un uovo all'impasto), la formazione della consistenza della pasta, l'inattivazione degli enzimi, la distruzione dei microbi, la formazione dell'aroma.

Per il processo tecnologico della pasta, i principali fattori intrinseci ed estrinseci che influenzano la qualità dell'impasto e della pasta e che, di conseguenza, possono portare a perdite e scarti, sono riassunti nella Tabella 6.1.

**Tabella 6.1.** *Influenza dei parametri intrinseci ed estrinseci sulla qualità della pasta (secondo Bresciani et al., 2022)*

Operazione	Parametri intrinseci	Parametri estrinseci
Dosaggio, miscelazione e impastamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensione delle particelle di semola</li> <li>• Contenuto di proteine, ceneri, fibre e amido danneggiato della semola</li> <li>• Attività enzimatiche</li> <li>• Temperatura dell'acqua e residui</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presenza di un premescolatore</li> <li>• Grado di vuoto</li> </ul>
Impasto e modellazione per estrusione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tenacia del glutine</li> <li>• Umidità dell'impasto</li> <li>• Temperatura dell'impasto</li> <li>• Viscosità dell'impasto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentazione dell'impasto nell'estrusore</li> <li>• Caratteristiche geometriche della vite (lunghezza, design, ecc.)</li> <li>• Condizioni di estrusione (energia meccanica specifica, velocità della vite, sistema di regolazione del calore, ecc.)</li> <li>• Forma del prodotto estruso</li> <li>• Materiale dello stampo</li> <li>• Superficie aperta dello stampo (numero e posizione degli inserti)</li> </ul>
Esiiccazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tenacia del glutine</li> <li>• Proprietà di incollaggio dell'amido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura dell'aria</li> <li>• Umidità relativa dell'aria</li> <li>• Tempo di asciugatura</li> </ul>

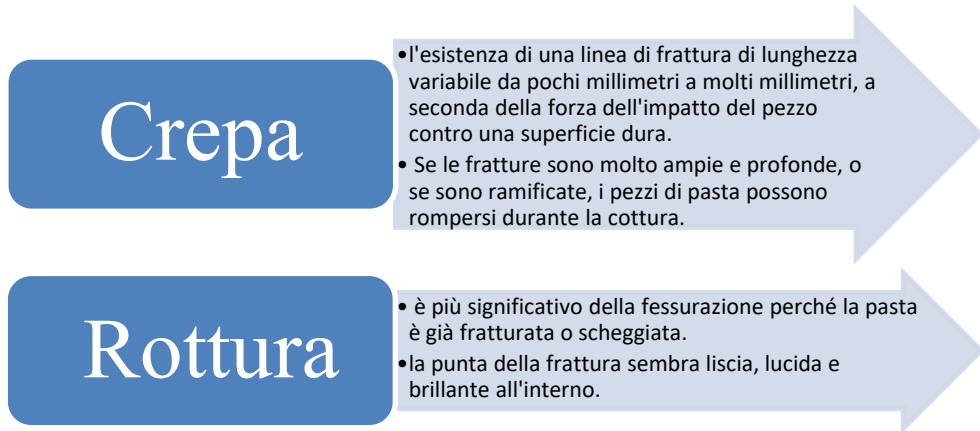
Il processo più difficile nella produzione della pasta è l'essiccazione. Se la pasta si asciuga troppo rapidamente, può rompersi durante la cottura. Se il tempo di essiccazione è troppo lungo, le caratteristiche del sapore possono diminuire. Poiché i prodotti di pasta devono asciugarsi sia all'interno che all'esterno, vengono fatti passare attraverso diverse zone calde e asciutte fino a raggiungere l'umidità desiderata e una superficie liscia ed elastica. Nell'ultima fase dell'essiccazione, si utilizzano camere più fredde per adattare la pasta alle normali condizioni ambientali. In generale, la pasta viene essiccata a un contenuto di umidità di circa il 12%.

L'essiccazione riduce il contenuto e l'attività dell'acqua. Durante l'essiccazione, bisogna assicurarsi che la superficie della pasta non si indurisca prima del contenuto (parte centrale). In caso contrario, si formano crepe e la pasta si rompe. Quando la pasta è correttamente essiccata e raffreddata, è un materiale relativamente inerte, ma deve comunque essere maneggiata con cura e deve essere scelta la giusta qualità di imballaggio. La pasta lunga viene solitamente conservata in pila in una stanza con il giusto regime (temperatura, umidità) che mantiene il prodotto nelle condizioni necessarie per il taglio e il confezionamento. La pasta corta viene conservata in torri.

Le torri devono essere pulite regolarmente. Le spirali possono rimanere attaccate alla parete interna delle torri e i prodotti di un lotto diverso possono mescolarsi. Anche i nastri trasportatori, tra i quali può rimanere incastrata la pasta, devono essere controllati.

Le crepe e i pezzi rotti sono tra i difetti più comuni della pasta secca, perché incidono sull'impressione di qualità dei consumatori (Figura 6.5). Si formano durante l'essiccazione a causa di una distribuzione non uniforme dell'umidità e/o della temperatura, ma anche dopo l'essiccazione come risultato di collisioni tra pezzi di pasta e superfici diverse. L'esposizione iniziale della pasta estrusa ad alte temperature di essiccazione è una delle cause principali di fratture e rotture nella pasta, a causa della perdita rapida e non uniforme di

acqua.



**Figura 6.5.** Principali difetti della pasta e loro descrizione (da A. Baiano et al., 2019)

Lo sviluppo di cricche potrebbe essere rallentato quando le alte temperature sono abbinate ad aria estremamente umida. Dopo l'essiccazione, possono emergere difetti di fessurazione e rottura come risultato dell'amplificazione delle pressioni precedenti o della produzione di nuovi fattori di stress a un livello superiore (A. Baiano et al., 2019). Il grado di fessurazione accettabile è determinato dagli standard di ogni stabilimento, ma il livello di rottura normalmente consentito nella maggior parte delle specifiche è inferiore al 2%. (Turnbull, 2001).

Dopo l'essiccazione i principali punti critici in cui si riscontrano maggiori fessurazioni e rotture sono (A. Baiano et al., 2019):

- nastro trasportatore che trasferisce la pasta secca dai silos al setaccio vibrante;
- setaccio vibrante;
- tramoggia di carico delle bilance multitesta;
- confezione dopo il controllo con metal detector;
- confezione prelevata dalla scatola di cartone.

I risultati dello studio mostrano che un forte aumento dei difetti si è verificato lungo il percorso della pasta tra la tramoggia di carico delle bilance multitesta e il confezionamento della pasta, nonché durante la manipolazione della pasta confezionata e la produzione della scatola di cartone. È stato anche riportato che questo comportamento è dovuto alla maggiore lunghezza di alcune paste (es. rigatoni), che le rende più fragili rispetto ad altri formati di pasta. Inoltre, lo spessore della pasta è risultato inversamente correlato all'aumento della difettosità.

### **6.2. Cause di spreco alimentare individuate lungo la filiera produttiva nella lavorazione della pasta**

Per quanto riguarda gli sprechi di cereali, è importante notare che il grano è la principale materia prima utilizzata per la produzione di pasta ed è la principale coltivazione nei Paesi a medio e alto reddito. In Europa, Nord America e nei Paesi industrializzati dell'Asia, le perdite e gli sprechi alimentari di cereali rappresentano il 35% della produzione totale, la maggior parte dei quali si verifica nelle fasi di lavorazione e consumo (FAO, 2011, Gustavsson et al., 2011; Faggini et al., 2021). Secondo i dati riportati, in Europa, circa il 10-12% della produzione alimentare totale si perde nelle fasi precedenti al consumo, ovvero fino alla distribuzione (Gustavsson et al., 2011).

Per quanto riguarda l'industria della pasta, secondo uno studio condotto dal Gruppo Barilla nel periodo marzo-dicembre 2016, è stato riportato che per l'intero ciclo di vita - dal campo alla tavola - della pasta prodotta in Italia, la perdita di cibo in campo è inferiore al 2%, mentre la paglia ottenuta durante la raccolta viene solitamente utilizzata come mangime per animali e per la lettiera. Le perdite generate durante la macinazione del grano e la produzione di pasta corrispondono a circa il 2%. Lo stesso studio ha dimostrato che la maggior quantità di rifiuti si concentra nella fase di consumo, soprattutto nelle famiglie e nell'ospitalità. È stato determinato che questo valore di perdite raggiunge il 10-40% e il settore della ristorazione scolastica è stato identificato

come quello che genera il maggior numero di rifiuti di pasta, circa il 25%, rispettivamente.

Le cause delle perdite e degli sprechi alimentari durante il ciclo di vita della pasta sono dovute a una serie di condizioni che variano da una fase all'altra.

La pre-pulitura del grano rimuove le impurità prima che il grano venga stoccato nei silos. Questa fase tecnologica genera complessivamente circa lo 0,01% di perdite alimentari. Queste perdite vengono in parte utilizzate per l'alimentazione animale, mentre le parti non commestibili sono considerate rifiuti.

La fase di macinazione del grano produce un valore medio del 17% di perdite nel complesso, dal punto di vista del ciclo di vita (Principato et al., 2019). Per quanto riguarda queste perdite, se si considera solo la fase di macinazione del grano duro, lo scarto di macinazione è pari allo 0,02%, mentre le farine di semola rappresentano il 75% e i co-prodotti del grano il 24,98% (Principato et al., 2019 citando lo studio del Gruppo Barilla). A questo proposito, la produzione di semola è seguita dall'ottenimento della crusca di grano. Al giorno d'oggi, la crusca di frumento è considerata un importante sottoprodotto che potrebbe essere valorizzato in alternativa attraverso il bioprocesso o altri approcci.

Durante la modellazione dell'impasto, le perdite principali sono gli scarti di produzione della pasta. Le perdite e gli scarti alimentari in questa fase della produzione sono principalmente la conseguenza della pulizia delle linee di produzione e del cambio dei formati di pasta. L'1,03% in totale è il valore delle perdite non utilizzabili per il consumo umano, mentre lo 0,07%, in totale, è la perdita causata dalla pulizia degli impianti di formatura della pasta che potrebbe essere commestibile.

Durante il trasporto e il confezionamento della pasta, è stato riscontrato un valore dello 0,09% di scarti. Le cause principali sono il riempimento dei silos mobili, lo svuotamento dei silos mobili, il confezionamento e il trasporto di pasta non confezionata.



Nella vendita al dettaglio, la principale causa di spreco (0,10%) è l'imballaggio danneggiato, che rende la pasta non vendibile. La pasta secca (prima della cottura) è il prodotto meno sprecato, grazie alla sua stabilità a scaffale e alla bassa attività dell'acqua.

Come riportato da Principato et al. (2019) citando lo studio del Gruppo Barilla, ogni chilogrammo di pasta produce 1978,73 g di perdite e rifiuti durante il suo intero ciclo di vita. Di questo valore, l'83,4% è costituito da parti non commestibili e solo il 16,6% da perdite e rifiuti alimentari commestibili. La ragione principale di questa alta percentuale di perdite e scarti non commestibili è il fatto che nel processo di produzione della pasta viene utilizzato solo il chicco di grano (cariosside) dell'intera infiorescenza chiamata spiga.

**Tabella 6.2.** Cause delle perdite e degli sprechi alimentari (FLW) generati durante la produzione di pasta (da Principato et al., 2019)

Stadio	Tipo di FLW	% FLW	Cause
Coltivazione	Perdite in campo	2.76	Guasto alla mietitrebbia
Fresatura	Co-prodotti del grano	17.21	Macinazione
Fresatura	Scarti	0.01	Pre-pulizia del grano
Produzione della pasta	Scarti di produzione	2	Pulizia delle attrezzature
Produzione della pasta	Scarti di pasta	0.09	Trasporto, imballaggio
Vendita al dettaglio	Pasta invenduta	0.1	Danneggiamento della pasta
Consumo	Rifiuti	12.61	Cotta, porzioni troppo grandi, non gradita

### 6.3. Misure per ridurre gli sprechi alimentari nell'industria della pasta

Al fine di ridurre le perdite e gli sprechi alimentari dell'industria della pasta e della sua filiera, il Food Loss and Waste Accounting and Reporting Standard (FLW Standard) ha fornito "requisiti e linee guida per la quantificazione e la rendicontazione del peso degli alimenti e/o delle relative parti non commestibili rimosse dalla filiera alimentare". A seguito di questi requisiti, i produttori potrebbero sviluppare alcune azioni correttive per ridurre o eliminare la FLW, anche per scegliere possibili destinazioni e/o utilizzi futuri per le perdite e gli sprechi (Principato et al., 2019). Nella fase di pre-macinazione, dedicata alla pulizia del grano o alla progressiva rimozione degli strati esterni, la frazione di scarto può essere utilizzata per la produzione di mangimi per animali (Cimini et al., 2019), mentre le frazioni di grano e la crusca possono essere convertite in pellet per mangimi (UNAFPA, 2015). Durante la produzione di pasta, gli scarti possono essere donati alle persone bisognose (attraverso i banchi alimentari), agli animali o compostati. A livello di vendita al dettaglio, il prodotto invenduto potrebbe essere dato alle banche alimentari e per l'alimentazione degli animali (Fagini et al., 2020). Va considerato che parte di questi rifiuti alimentari può essere utilizzata come fonte di energia rinnovabile, contribuendo a ridurre la nostra attuale dipendenza dai combustibili fossili (Volpe et al., 2016). Come si può vedere nella tabella seguente, il 93,6% delle perdite e degli scarti alimentari durante la produzione di pasta sono valorizzati come materie prime in altri settori. L'attuazione di strategie di Economia Circolare (CE) come approccio olistico per rendere la filiera della pasta più sostenibile punta a fondere efficienza, efficacia e sostenibilità. Queste strategie potrebbero incrementare l'efficienza (riduzione delle perdite) e l'efficacia (riduzione dei rifiuti attraverso l'attivazione di processi di riciclo, riutilizzo, rigenerazione e rigenerazione). Di conseguenza, la sostenibilità complessiva del sistema potrebbe essere migliorata in modo significativo.

**Tabella 6.3.** *Utilizzo delle perdite e degli scarti alimentari generati durante la produzione di pasta (dopo Principato et al., 2019)*

<b>Utilizzo</b>	<b>%</b>
Consumo umano	0.07
Alimentazione animale	40.28
Processi di compostaggio/aerobici	6.40
Non raccolto (lasciato in campo)/arato	24.80
Recupero di energia	22.05
Discarica	6.40
<b>Totale</b>	<b>100</b>

La minimizzazione dei rifiuti e delle perdite, o addirittura la loro completa eliminazione, potrebbe essere ottenuta utilizzando tecnologie innovative e strategie eco-compatibili o modificando il comportamento dei consumatori. In quest'ottica, recentemente sono state introdotte diverse tecnologie innovative e intelligenti per ottenere grano duro di alta qualità (Barrett et al., 2012). Specifici sistemi di monitoraggio della coltivazione e metodi avanzati di raccolta che utilizzano droni o sistemi intelligenti per fornire informazioni su eventuali attacchi di parassiti, tempi di maturazione, misurazione dei gas o dosaggio dei fertilizzanti.

In relazione alla catena di produzione, le tecnologie implementate sono mirate a rimuovere le impurità o a monitorare i parametri di conservazione (temperatura, tempo, pulizia, presenza di insetti e parassiti) al fine di migliorare l'efficienza.

Inoltre, sono stati proposti alcuni approcci tecnologici moderni con l'obiettivo specifico di ottenere pasta con una qualità migliore e quindi ridurre gli scarti di pasta.

È stato precedentemente dimostrato che il livello di idratazione è uno dei punti critici per la qualità della pasta e, di conseguenza, per la quantità di scarti. In generale, le nuove tecnologie consentono una dispersione più uniforme dell'acqua nella farina rispetto alla miscelazione convenzionale, ma in un

periodo di tempo molto più breve; di conseguenza, potrebbe non essere generata una matrice proteica ben sviluppata.

Per ottenere un'idratazione più uniforme delle materie prime, sono stati sviluppati diversi sistemi di idratazione, oltre a precisi dispositivi per la fase di dosaggio. In effetti, l'impasto emerge come "grumi" di varie dimensioni al termine del processo di miscelazione nella tipica pressa di estrusione. Nei dispositivi innovativi, le fasi di premiscelazione e miscelazione sono di solito combinate in un'unica unità operativa, che mescola e sviluppa la pasta in 20 s. L'eccellente colore della pasta è garantito dal fatto che il sistema è completamente sottovuoto (Bresciani et al., 2022). Sono state proposte apparecchiature moderne che promuovono un'idratazione rapida e uniforme durante 1-2 secondi della superficie di ogni singola particella di semola, seguita da un periodo di riposo di 10 minuti prima dell'estrusione. In un altro dispositivo moderno, l'idratazione avviene in due fasi: 2 secondi nel sistema di miscelazione e 18 secondi in un estrusore a bassa pressione a 106 Pa. Tutte queste tecniche di miscelazione danno prodotti di qualità accettabile e con un comportamento di cottura adeguato, con valori di perdita di cottura inferiori a 3 g/100 g di pasta.

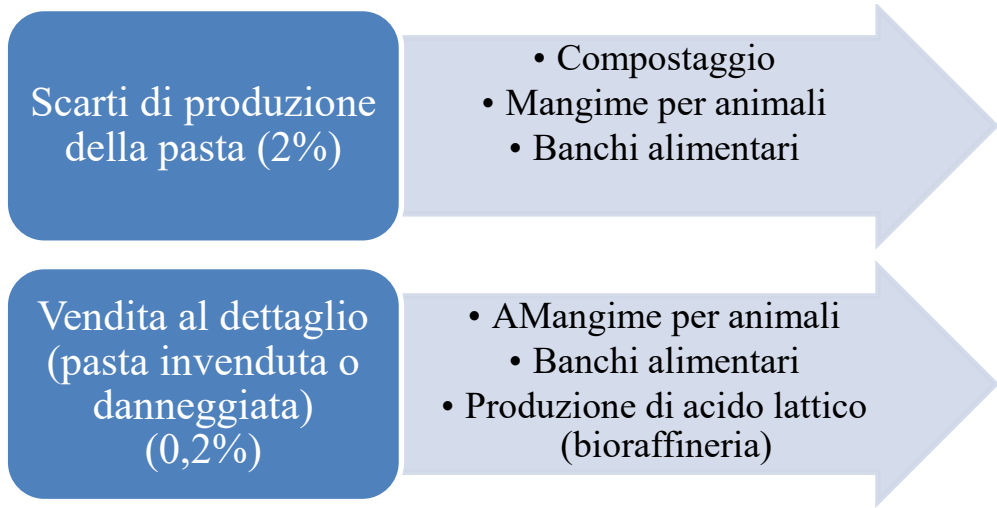
Per quanto riguarda l'essiccazione, che è anche un'operazione coinvolta nello spreco di pasta, la maggior parte dei progressi nelle fasi di essiccazione ha cercato di ridurre i tempi di essiccazione mantenendo la qualità della pasta. L'essiccazione della pasta a microonde si è dimostrata molto efficiente, non solo in termini di riduzione dei tempi di essiccazione, ma anche in termini di produzione di un prodotto finito con meno fessure, più compattezza e meno gelatinizzazione rispetto alla pasta essiccata ad aria calda. Questa tecnica di essiccazione aumenta la resistenza della pasta alla cottura e il suo tempo di cottura. Anche l'essiccazione sottovuoto, in cui la rimozione dell'umidità dai prodotti alimentari avviene a bassa pressione, appare molto efficace. Rispetto all'essiccazione tradizionale, l'essiccazione sottovuoto ha una temperatura di essiccazione più bassa e un tasso di essiccazione più elevato (cioè l'acqua

evapora più rapidamente). Il migliore trasferimento dell'umidità può ridurre la creazione di barriere superficiali, che creano tensioni interne al prodotto. Di conseguenza, l'essiccazione sottovuoto può ridurre al minimo le tensioni interne ed evitare il deterioramento strutturale, con conseguente miglioramento della qualità della cottura (elevato assorbimento di acqua e durezza, riduzione della perdita di cottura e adesività). Inoltre, poiché l'umidità viene eliminata in assenza di ossigeno, si evitano le degradazioni ossidative come l'imbrunimento o l'ossidazione dei grassi, ottenendo una pasta di colore giallo brillante.

Inoltre, specifici sistemi di gestione logistica (ad esempio, il modello di trasporto first-expired-first-out) hanno ridotto al minimo le più frequenti perdite di pasta dovute a danni alle confezioni (Jedermann et al., 2014). Per quanto riguarda il confezionamento della pasta, sono state sviluppate soluzioni di confezionamento specifiche basate sulla tecnologia per prolungare la vita autonoma della pasta confezionata (Kirtil et al., 2017).

Per quanto riguarda il confezionamento della pasta di farina, sono state sviluppate soluzioni di confezionamento specifiche basate su tecnologie per estendere la shelf life (durata di vita) della pasta confezionata. Inoltre, sono state sviluppate e implementate applicazioni mobili per preservare la qualità della pasta e ottimizzarne il consumo prima della data di scadenza.

Un altro aspetto importante di queste strategie di CE è legato all'efficacia dei risultati ottenuti con l'obiettivo di garantire la sicurezza della pasta. In questo contesto, la pasta deve essere protetta dalle contaminazioni fisiche, chimiche e biologiche che possono verificarsi durante la filiera. Per raggiungere questo obiettivo, le moderne soluzioni che utilizzano le nanotecnologie sono implementate in diverse fasi. Ad esempio, per l'imballaggio della pasta, che è un punto critico per la sicurezza della pasta, sono stati sviluppati nanobiocompositi come barriere ai gas e polimeri biodegradabili rinforzati con nano-riempitivi (Faggini et al., 2021).



**Figura 6.7.** Possibili destinazioni per le perdite e gli sprechi alimentari (FLW) dalla catena della pasta

Data la sua costante disponibilità e il prezzo contenuto, l'utilizzo degli scarti di pasta industriale come mangime per animali è un'ottima opzione. Gli scarti di pasta contengono 119 g kg<sup>-1</sup> di proteina grezza e 3494 kcal kg<sup>-1</sup> di energia metabolizzabile apparente corretta per l'azoto, con coefficienti di digeribilità degli aminoacidi essenziali e non essenziali compresi tra 0,929 e 0,914 g/g. Pertanto, Santos et al., 2018 hanno proposto l'introduzione di scarti di pasta nelle diete dei broiler. Hanno riscontrato che in termini di efficienza, caratteristiche della carcassa e redditività questa strategia è praticabile per i pulcini nella fase di pre-avviamento.

È stato inoltre riportato che gli scarti di pasta sono stati utilizzati per la produzione di acido lattico secondo un approccio di bioraffineria. L'obiettivo principale dello studio condotto da Marzo Gago et al. 2022 è stato quello di aumentare la fattibilità economica sostituendo gli enzimi commerciali necessari per l'idrolisi dell'amido nei rifiuti di pasta con enzimi microbici prodotti anch'essi da rifiuti (crusca di grano).

## Bibliografia

1. Barrett, C. B., Bachke, M. E., Bellemare, M. F., Michelson, H. C., Narayanan, S., & Walker, T. F. (2012). Smallholder participation in contract farming: Comparative evidence from five countries. *World Development*, 40(4), 715–730
2. Baiano A.\*, A.G. Di Chio and D. Scapola, Analysis of cracking and breakage in dried pasta: a case study, *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 2019; 11 (8): 713-717
3. Bresciani, A., Pagani, M.A., Marti, A. Pasta-Making Process: A Narrative Review on the Relation between Process Variables and Pasta Quality. *Foods*, 2022, 11, 256. <https://doi.org/10.3390/foods11030256>
4. Bruneel C\*, Bram Pareyt, Kristof Brijs, Jan A. Delcour, The impact of the protein network on the pasting and cooking properties of dry pasta products, *Food Chemistry* 120 (2010) 371-378
5. Cimini, A., & Moresi, M. (2019). A progressive approach towards a more sustainable food industry. *Chemical Engineering*, 75, 125–146.
6. Delcour, J. A., Vansteelandt, J., Hythier, M. C., & Abécassis, J. (2000a). Fractionation and reconstitution experiments provide insight into the role of starch gelatinization and pasting properties in pasta quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(9), 3774-3778
7. De la Peña, E.; Manthey, F.A.; Patel, B.K.; Campanella, O.H. Rheological properties of pasta dough during pasta extrusion: Effect of moisture and dough formulation. *J. Cereal Sci.* 2014, 60, 346–351
8. De la Peña, E.; Manthey, F.A. Effect of formulation and dough hydration level on extrusion, physical and cooked qualities of nontraditional spaghetti. *J. Food Process Eng.* 2017, 40.
9. Faggini, M., Cosimato, S., Parziale, A. (2021). The way towards food sustainability: some insights for pasta supply chain, *Economia Politica*, <https://doi.org/10.1007/s40888-021-00247-3>
10. Fixing Food 2018. Barilla Center for Food and Nutrition, available at: <http://foodsustainability.eiu.com/wpcontent/uploads/sites/34/2016/09/FixingFood2018.pdf>
11. La Gatta, B.; Rutigliano, M.; Padalino, L.; Conte, A.; Del Nobile, M.A.; Di Luccia, A. The role of hydration on the cooking quality of bran-enriched pasta. *LWT—Food Sci. Technol.* 2017, 84, 489–496
12. Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., van Otterdijk, R., & Meybeck, A. (2011). Global food losses and food waste—extent, causes and prevention. FAO.

## Capitolo 6

13. Jedermann, R., Nicometo, M., Uysal, I., & Lang, W. (2014). Reducing food losses by intelligent food logistics. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A*, 372, 20130302–20130302.
14. Kill R.C. and K. Turnbull, *Pasta and Semolina Technology*, 2001 by Blackwell Science Ltd (chapter 8 by Turnbull).
15. Kirtil, E., Cikrikci, S., McCarthy, M. J., & Oztop, M. H. (2017). Recent advances in time domain NMR & MRI sensors and their food applications. *Current Opinion in Food Science*, 17, 9–15
16. Marzo Gago, Joachim Venus and José Pablo López Gómez, Production of lactic acid from pasta wastes using a biorefnery approach *Biotechnology for Biofuels and Bioproducts* (2022) 15:128
17. Principato, L., Ruini, L., Guidi, M., & Secondi, L. (2019). Adopting the circular economy approach on food loss and waste: The case of Italian pasta production. *Resources, Conservation and Recycling*, 144, 82–89.
18. Santos ACF., Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke\* , Jorge Vitor Ludke , Jussiede Silva Santos , Juliane Garlet Viapiana , Carlos Bôa-Viagem Rabello , Thaysa Rodrigues Torres , Lidiane Rosa Custódio, Energy efficiency of pasta waste and its effect on performance, carcass, and economic viability of broilers, *Brazilian Journal of Animal Science*, 2018, 47:e20180104
19. Volpe, R., Messineo, A., Millan, M., 2016. Carbon reactivity in biomass thermal breakdown.
20. FAO, G. (2011). Global food losses and food waste—Extent, causes and prevention. *SAVE FOOD: An initiative on food loss and waste reduction*, 9, 2011.



## Capitolo 7

### **Le cause dello spreco alimentare nell'industria di produzione dei biscotti.**

#### **7.1. Ricerche e studi condotti sulle possibili cause di spreco alimentare nella fase di lavorazione e confezionamento dei biscotti.**

Il nome "biscotto" deriva dalla parola latina medievale "biscoctus", che significa "cotto due volte". Un tempo i biscotti erano una base delle scorte militari grazie alla loro lunga durata e alla possibilità di essere cotti due volte per ridurre l'umidità del prodotto finale.

I biscotti sono prodotti alimentari versatili e possono essere trovati in diverse varietà caratterizzate da diverse consistenze croccanti e aperte e da sapori saporiti. Possono essere classificati in: biscotti glutenosi, zuccherati, in polvere o non in polvere con zucchero, biscotti digestivi o cracker, biscotti glassati con cioccolato, vaniglia o limone, ecc.

I metodi utilizzati nella produzione dei biscotti sono notevolmente progrediti negli ultimi anni, soprattutto in termini di automazione e sicurezza: oggi l'intervento umano è minimo, mentre le norme igieniche e la scelta delle materie prime ricevono maggiore attenzione per aumentare la sicurezza dei prodotti offerti ai consumatori (Arepally et al., 2020). Insieme a zucchero, sciroppo di zucchero, burro o altri oli vegetali, sale, latte scremato in polvere, aromi e agenti lievitanti, la farina è il componente principale dei biscotti. A seconda del tipo di biscotto, possono essere aggiunti vari ingredienti, come cacao, nocciole e altre farine o aromi.

Quando si preparano i biscotti secchi, l'impasto viene ben mescolato prima di essere steso attraverso rulli lisci fino allo spessore desiderato. La forma del biscotto viene poi data stendendo la pasta e mettendola in stampi.

L'impasto per la pasta frolla viene modellato con una "rotativa" che lo pressa negli stampi per dare la forma corretta ai biscotti prima di livellare la parte superiore con un coltello raschiatore.

Esistono anche impasti più fluidi, ad esempio quelli degli spritz cracker o degli amaretti, che vengono estrusi passando attraverso delle trafile che danno la forma al prodotto, per poi essere tagliati a filo e trasportati direttamente in forno. L'impasto delle cialde è liquido e viene asciugato rapidamente su piastre riscaldate per formare grandi fogli piatti. Nel caso delle cialde, le lastre vengono successivamente avvolte da panna e tagliate con seghe o fili (Arepally et al., 2020).

Grazie al loro gusto e ai loro benefici nutrizionali, i biscotti sono una forma di cibo ampiamente consumata in tutto il mondo. Infatti, essendo disponibili in una varietà di forme, ripieni e decorazioni, sono amati da clienti di tutte le età. Sia gli ingredienti principali che quelli secondari giocano un ruolo importante nel valore nutrizionale dei biscotti, pertanto la combinazione di tutti i componenti deve essere standardizzata, evitando variazioni nella qualità dei lotti. Fortunatamente, oggi la produzione di biscotti è completamente automatizzata o semi-automatica, quindi è facile garantire la qualità dei prodotti. Anche l'imballaggio svolge un ruolo importante nel garantire la qualità e la sicurezza del prodotto, evitando qualsiasi contaminazione. La confezione ha anche la funzione di attrarre i consumatori, ma soprattutto di fornire loro tutte le informazioni necessarie sulla composizione e sulle proprietà nutrizionali dei biscotti (Chavan et al., 2016).

## **7.2. Cause di spreco alimentare identificate nella fase di lavorazione dei biscotti**

Una revisione del 2021, condotta da Pasqualone A. et al., ha esaminato lo stato attuale della letteratura scientifica sui contaminanti dei biscotti (rischi fisici,

chimici e biologici) e ha valutato criticamente le modalità di mitigazione di tali contaminazioni.

Secondo questo studio, le materie prime sono le principali responsabili di un'ampia gamma di contaminanti. Anche i parametri tecnologici e i macchinari devono essere monitorati, perché se non possono migliorare lo stato di sicurezza iniziale.

L'impiego di diverse tecnologie di cottura per ridurre il carico termico è una delle strategie più efficaci per ridurre i contaminanti. La riformulazione e i materiali di confezionamento a bassa permeabilità all'ossigeno sono essenziali per prevenire la diffusione della contaminazione durante la conservazione dei biscotti (evitare il contatto diretto con le confezioni riciclate).

Pertanto, è molto importante monitorare costantemente la qualità delle materie prime, dei prodotti intermedi, dei prodotti finiti e delle condizioni di lavorazione, al fine di rispettare i requisiti normativi esistenti e di raggiungere l'obiettivo di bandire i contaminanti alimentari e di curare i disturbi correlati (Pasqualone A, et al., 2021).

Nel tentativo di ridurre le perdite di produzione, il metodo di produzione dei biscotti è stato valutato da Bandara, S.M.U.A., e Dissanayake, K.D.D.N, nel 2010. Gli sprechi all'avvio non possono essere evitati. Per migliorare la situazione, la forza lavoro qualificata è fondamentale. I risultati dimostrano che i maggiori livelli di automazione sono anche responsabili dell'aumento delle perdite tecnologiche.

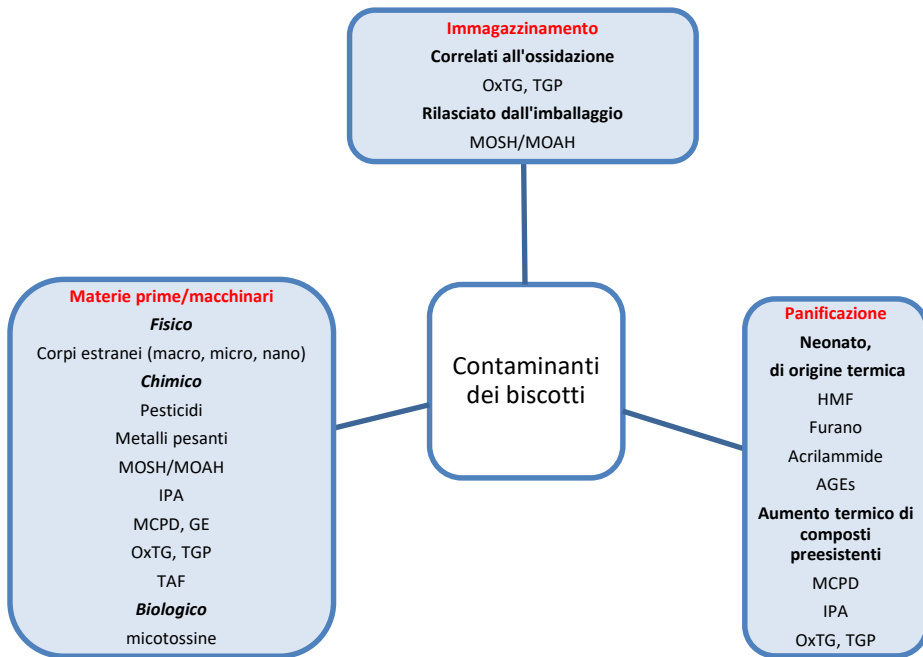
Un altro studio condotto da Wohner, B.; et al., 2019 ha evidenziato che gli imballaggi sono tipicamente in plastica, un sistema di imballaggio controverso; vengono utilizzati una sola volta e non vengono riciclati.

Gli imballaggi possono essere uno dei fattori di spreco nell'industria alimentare a causa delle dimensioni inadeguate.

Nello studio citato, vengono evidenziati i fattori trainanti, le problematiche e le implicazioni della perdita e dello spreco di cibo (FLW) legati agli

imballaggi, nonché le implicazioni per l'implementazione nelle valutazioni del ciclo di vita.

La variabilità in un processo di produzione si traduce in difetti nei prodotti finiti, che a loro volta riducono la qualità del prodotto, la produttività, la redditività e, in ultima analisi, la soddisfazione dei consumatori. Per ridurre al minimo il tasso di difetti e la variabilità del prodotto finale, i biscotti possono essere confezionati utilizzando strumenti di controllo statistico del processo (SPC) in un impianto di produzione di biscotti, aumentando così la produttività, la redditività e il vantaggio competitivo sul mercato (Jaiswal, Y., & Khanzode, V.R., 2020).



**Fig 7.1.** Possibili contaminanti nei biscotti derivanti da materie prime/macchinari, processo di cottura e conservazione (Pasqualone A, et al., 2021)

Nonostante i crescenti miglioramenti nei processi di produzione dei biscotti, vi è ancora uno spreco di risorse e un accumulo di rifiuti tecnologici. La

quantità di rifiuti prodotti, e di conseguenza il loro smaltimento, incide sul costo di produzione. Il modo migliore per massimizzare il profitto è ovviamente quello di ridurre i rifiuti tecnologici e pianificare il loro corretto smaltimento (Manley e Clark, 2011).

La contaminazione è uno dei motivi principali per cui si verificano gli scarti tecnologici durante la produzione di biscotti.

### **7.2.1. Contaminanti derivanti da materie prime o attrezzature**

#### **Contaminanti fisici**

Vetro, plastica, fili di tessuto, legno, carta e metallo sono alcuni dei più tipici oggetti estranei che possono contaminare i biscotti.

#### **Contaminanti chimici**

Le sostanze chimiche possono inquinare il suolo, l'acqua e le colture in quanto presenti nell'ambiente. Poiché la contaminazione chimica nelle materie prime è un problema su scala mondiale, la legislazione vigente la regola.

È possibile che i cereali utilizzati per produrre la farina contengano pesticidi. Per questo motivo, l'uso dei pesticidi è oggi strettamente regolamentato nella maggior parte delle nazioni. I metalli pesanti sono un altro tipo di contaminazione chimica che può verificarsi. I metalli pesanti provenienti dall'acqua di irrigazione, dai fertilizzanti e dai fitofarmaci a base di metalli possono contaminare le colture di cereali utilizzate per ottenere la farina.

Il cadmio e il nichel sono due esempi di metalli pesanti che possono essere presenti nei biscotti (Pasqualone A, et al., 2021).

#### **Contaminanti biologici**

Le micotossine sono considerate pericoli biologici in quanto la loro esistenza deriva dalla contaminazione fungina pre- o post-raccolta di materie prime di origine vegetale.

Nel 2003, 100 Paesi, ovvero oltre l'85% della popolazione mondiale, avevano leggi o regolamenti espliciti sulle micotossine negli alimenti.

### **7.2.2. Contaminanti derivanti dal processo di cottura**

In genere, i biscotti vengono cotti per un breve periodo di tempo a una temperatura elevata (200 °C) (circa 20 minuti).

L'impasto subisce cambiamenti di volume, evaporazione dell'acqua e gelatinizzazione dell'amido, oltre ad altri processi fisici, chimici e biologici. Il processo di Maillard e la caramellizzazione dello zucchero sono le due reazioni chimiche più importanti che avvengono durante la cottura.

Come risultato della reazione di Maillard, la cottura può portare alla creazione di altri contaminanti, come l'acrilammide. In seguito alla sua produzione, l'acrilammide viene assorbita attraverso il consumo, l'inalazione e il contatto con la pelle prima di essere scomposta nel composto mutageno e genotossico glicidammide.

Il contenuto massimo di acrilammide stabilito per i prodotti da forno è di 350 µg/kg, secondo il regolamento 2158/ 2017. Per risolvere questo problema, i prodotti possono essere riformulati in modo da avere un pH più basso, una minore attività antiossidante o entrambi.

È stato scoperto che il bicarbonato di ammonio dovrebbe essere sostituito con altri agenti lievitanti, poiché il suo utilizzo favorisce la produzione di acrilammide.

### **7.2.3. Contaminanti nella fase di stoccaggio**

Durante la conservazione dei biscotti possono comparire processi degradativi all'interno della matrice alimentare e migrazioni chimiche dall'imballaggio.

Il deterioramento chimico, come l'ossidazione dei lipidi, è una delle reazioni che si manifestano durante la conservazione.

Pertanto, l'imballaggio dei biscotti deve proteggere il prodotto dal vapore acqueo e dall'ossigeno per evitare l'assorbimento di umidità e l'ossidazione dei lipidi.

Un altro problema che può verificarsi è la crescita di microrganismi. La crescita batterica è stata osservata nei biscotti confezionati in sacchetti di cellophane, perché la barriera era insufficiente.

Il polipropilene orientato (OPP) è uno dei materiali di confezionamento più utilizzati per i biscotti. Una maggiore barriera all'ossigeno sarà fornita dall'OPP in combinazione con il PVC/PVDC. Anche i film plastici metallizzati possono aiutare a prevenire la fotossidazione.

Per proteggere i biscotti, sono stati utilizzati altri materiali innovativi: materiali contenenti acido polilattico (PLA) e OPP con etilene vinilacetato (EVA). L'EVA è risultato più efficace nel ridurre l'ossidazione dei lipidi (Pasqualone A., et al., 2021).

In particolare, gli scarti possono derivare da errori commessi durante la fase di cottura o di lievitazione, da scarti di lavorazione o scarti (soprattutto quando i biscotti non hanno forme regolari o si rompono durante le fasi di produzione), o da malfunzionamenti dei macchinari, soprattutto nella fase di confezionamento (che portano a biscotti non confezionati o a un imballaggio difettoso).

Una grande industria alimentare subirebbe un danno d'immagine significativo da un imballaggio scadente. Anche il riconfezionamento non è un'opzione economicamente vantaggiosa.

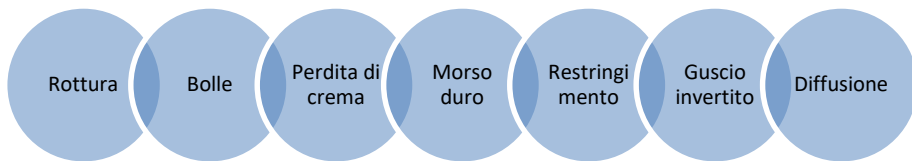
Le perdite possono occasionalmente essere legate al ritiro di un prodotto dal mercato. Nel 2% dei casi ciò avviene perché la data di scadenza è stata superata.

Il modo migliore per ridurre al minimo le perdite finanziarie è pianificare un efficace processo di riciclaggio dei rifiuti. In questo caso, i biscotti devono essere raccolti e conservati in contenitori appropriati che garantiscano sicurezza e condizioni igieniche evitando la contaminazione. Poi, con l'ausilio

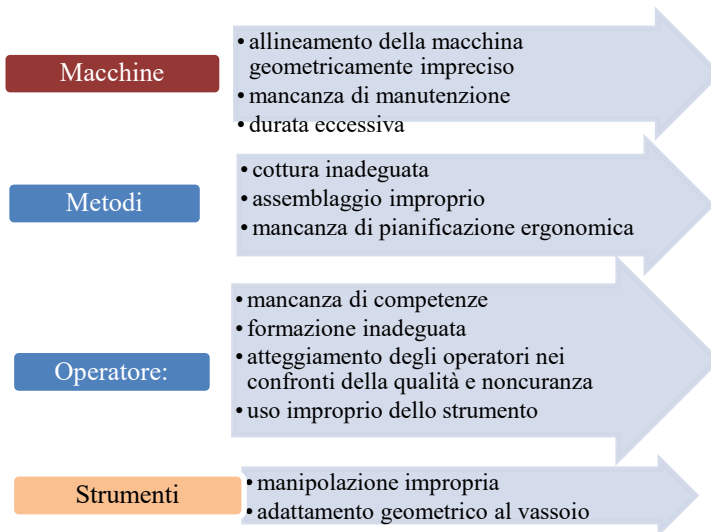
di macine specializzate, possono essere ridotti in una farina che può essere rapidamente riciclata in nuovi lotti di biscotti.

Questo tipo di farina proveniente dalla macinazione dei biscotti può essere utilizzata fino al 2% del peso del lotto senza modificare le qualità dell'impasto. La farina di biscotti deve essere adeguatamente etichettata sulla scatola e può essere utilizzata solo per un tipo di biscotti corrispondente (Konstantas et al., 2019).

Difetti che si verificano nella fase di lavorazione dei biscotti (Konstantas et al., 2019):



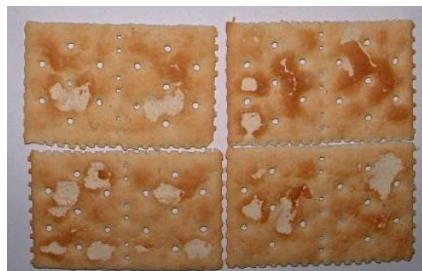
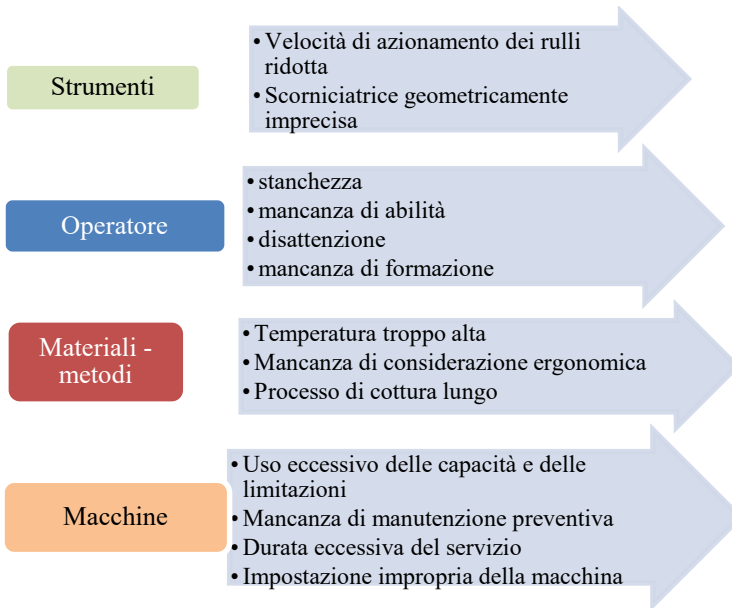
Le cause della rottura dei biscotti sono (Garcia-Armenta E., et al., 2017):



**Fig. 7.2.** Rottura dei biscotti (Garcia-Armenta E., et al., 2017)



Le cause della formazione di bolle nei biscotti:



**Fig. 7.3** Bolle nei biscotti

(<https://www.biscuitpeople.com/magazine/post/the-lamination-process-in-fermented-crackers>)

**Tabella 7.1.** Difetti, cause e soluzioni per evitare gli sprechi nel processo tecnologico (<https://biscuit-maker.com/common-problems-of-biscuit-making-cookies-and-their-solutions/>)

Difetti	Cause	Soluzioni
<b>Schiuma</b>	La temperatura davanti al forno è troppo alta	All'inizio la temperatura del forno non deve essere molto elevata.
	L'impasto è troppo elastico.	Se il glutine blocca il canale del gas e non si distribuisce facilmente, in superficie apparirà della schiuma. Questo problema può essere risolto riducendo l'elasticità della pasta e utilizzando uno stampo con più aghi.
<b>Biscotti senza colore</b>	La ricetta contiene una quantità minore di zucchero.	Il contenuto di zucchero deve essere aumentato.
<b>Consistenza ruvida</b>	Tempo di impasto della farina insufficiente o eccessivo	la maturità dell'impasto della farina deve essere valutata correttamente e per tempo
	la quantità di agente lievitante nella ricetta è troppo bassa o eccessiva	regolare la quantità di agente lievitante
	la quantità di zucchero e di olio nella ricetta è scarsa.	aumentare la quantità di zucchero e aggiungere fosfolipidi.
<b>Fessurazione dei biscotti:</b>	I biscotti sono troppo gonfi e troppo molli	ridurre la quantità di agente lievitante
	La quantità di amido è troppo alta	ridurre la quantità in modo appropriato

### 7.3. Cause di spreco alimentare identificate nella fase di confezionamento

Sovraproduzione, alimenti di forma impropria e imballaggi danneggiati sono le principali fonti di perdita nella fase di lavorazione.

A causa di una manipolazione impropria, gli scarti tecnologici possono comparire durante un'operazione di riempimento manuale. Quando le macchine di confezionamento e di riempimento non sono abbinate

correttamente o se si verifica un problema meccanico con l'apparecchiatura, possono verificarsi perdite durante un'operazione di riempimento automatico. L'imballaggio può fuoriuscire dopo il riempimento se la chiusura non funziona (es. termosaldatura). Le modifiche apportate ai prodotti per scopi di marketing rappresentano un altro problema a questo punto.

La confezione potrebbe essere danneggiata in seguito, le date di scadenza potrebbero essere state superate o la gestione delle scorte potrebbe essere stata inadeguata.

Le perdite possono essere ridotte in modo significativo grazie al confezionamento e ai probabili progressi futuri nella tecnologia dei materiali. La fase di confezionamento è soggetta ai seguenti difetti (Jaiswal, Y., & Khanzode, V.R., 2020):



#### **7.4. Tecniche di prevenzione delle perdite alimentari nell'industria di produzione dei biscotti.**

Il ricevimento delle materie prime è una delle fasi di produzione in cui può verificarsi la contaminazione dei biscotti.

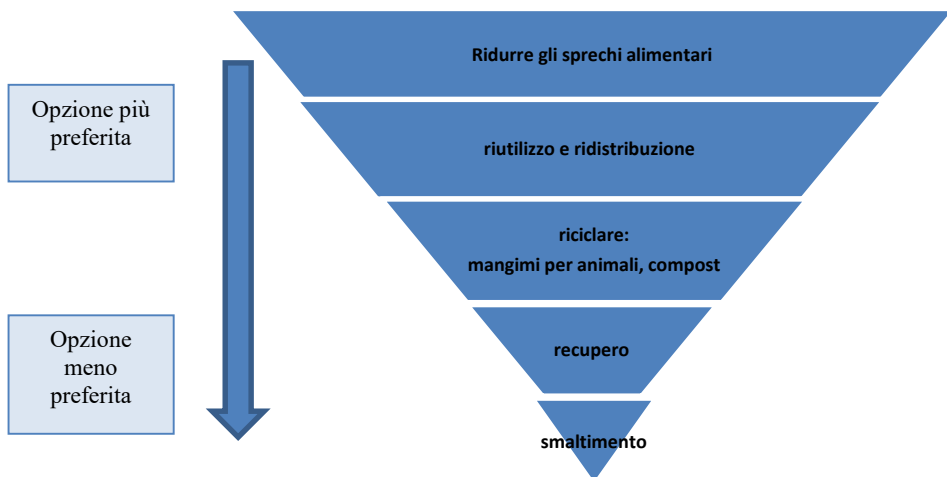
I cereali possono essere trattati con raggi UV, ozono o luce pulsata per prevenire la contaminazione e ridurre le micotossine nelle materie prime.

L'adozione di tecnologie di cottura alternative (cottura sottovuoto, riscaldamento a radiofrequenza), insieme alla riformulazione dei prodotti, è un'altra tecnica efficace per ridurre il carico termico che porta alla produzione di contaminanti come l'acrilammide.

I metodi migliori per ridurre l'aumento delle contaminazioni legate all'ossidazione durante la conservazione dei biscotti prevedono l'uso di materiali di confezionamento a bassa permeabilità all'ossigeno e la riformulazione del prodotto con l'uso di antiossidanti (Pasqualone A, et al., 2021).

L'imballaggio attivo e intelligente è un altro tipo di tecnologia di imballaggio che comprende elementi progettati per rilasciare o assorbire sostanze all'interno o dall'alimento confezionato o dall'ambiente che lo circonda con l'obiettivo di prolungare la durata di conservazione dell'alimento (Wohner, B., et al., 2019).

L'utilizzo degli scarti tecnologici dei biscotti come mangime per animali offre una strategia potenzialmente più sostenibile per migliorare l'efficienza delle risorse.



**Fig. 7.4.** Strategie per prevenire gli sprechi alimentari nell'industria di produzione dei biscotti (<https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0959652616305042-gr1.jpg>)

L'utilizzo delle perdite e dei rifiuti alimentari nelle diete animali affronta i problemi di gestione delle risorse, dei rifiuti e della sicurezza alimentare. Poiché gli animali possono trasformare il cibo non commestibile in proteine di alta qualità, sotto forma di carne, uova e latte, sono essenziali per ridurre la perdita e lo spreco di cibo.

Qualsiasi sforzo per dirottare gli alimenti che non soddisfano i criteri per il consumo umano o che vengono recuperati prima di essere smaltiti in discarica deve garantire che la salute degli animali, delle persone e dell'ambiente non venga messa a repentaglio.

In particolare, il ruminante e, in misura minore, l'intestino crasso contengono una varietà di microrganismi in grado di scomporre efficacemente le fibre presenti nei sottoprodotti vegetali non commestibili per l'uomo, consentendo al ruminante ospite di produrre proteine di alta qualità, tra cui aminoacidi e acidi grassi essenziali (Ominski K., et al., 2021).

**Tabella 7.2.** *Proprietà sensoriali e criteri di ammissibilità dei biscotti secondo la norma rumena STR 1406-88 e l'American Standard STR 1406-88*

N. o.	Assortimento	Aspetto		Colore	Gusto	Aroma/Odore	Consistenza
		Esterno	Sezione				
<b>A. GLUTEN BISCUITS</b>							
1	Biscotti normali	Pezzi interi piatti	Strati uniformi e ben cotti, senza spazi vuoti	Marrone giallo	Piacevole-dolce	Caratteristiche degli aromi utilizzati	Duro
2	Biscotti con grana	con superficie semilucida,	Strati uniformi ben cotti, senza spazi vuoti	Da giallo a marrone con punte più scure, non è consentita la colorazione	Piacevole, caratteristica di Graham	Caratteristiche degli aromi utilizzati	Duro

				ne biancastr a o bruciata.			
3		liscia, senza vesciche, con pungiglioni specifici della varietà	Strati uniformi ben cotti, senza spazi vuoti	Il colore da giallo a marrone chiaro, biancastr o o bruciato non è ammesso	Piacevole-dolce	Caratteristiche degli aromi utilizzati	Crocante
4	Biscotti al miele		Strati uniformi ben cotti, senza spazi vuoti	Non è consentito il colore da giallo a marrone chiaro, biancastr o o bruciato.	Piacevole-dolce	Caratteristiche degli aromi utilizzati	Crocante ma non friabile
5	Spritzge bäck (Frollini viennesi)	Pezzi interi e piatti	Strati uniformi ben cotti, senza lacune	Non è consentito il colore giallo-marrone chiaro, biancastr o o bruciato.	Piacevole-dolce	Caratteristiche degli aromi utilizzati	Crocante ma non friabile
<b>B. BISCOTTI ALLO ZUCCHERO</b>							
6	Biscotti di zucchero	Pezzi interi piatti di forma regolare, con superficie superiore opaca, disegno ben impresso, non bruciati,	Ben cotto con pori fini, senza lacune	Da giallo oro a marrone uniforme, non sono consentite colorazioni biancastre o bruciate	Piacevole-dolce	Caratteristiche degli aromi utilizzati	Crocante, leggermente friabile

## Capitolo 7

		senza vesciche					
7	Biscotti dietetici	Figure geometriche, con superficie opaca, non bruciate, senza vesciche	Ben cotto con pori fini, senza lacune	Da marrone chiaro a marrone scuro in superficie e dorato in sezione	Piacevole e dolce	Caratteristiche degli aromi utilizzati	Crocante

### C. BISCOTTI CON GLASSA

8	Biscotti con glassa	Pezzi piatti, superficie opaca, disegno leggermente in rilievo, ricoperto da uno strato di glassa al cacao o al cioccolato.	Ben cotto, porosità fine, assenza di vuoti	Marrone specifico per glassa al cacao o al cioccolato, giallo in sezione con bordo marrone	Piacevole e dolce	Caratteristiche degli aromi utilizzati	Crocante ma non friabile
---	---------------------	---	--	--	-------------------	--	--------------------------

### D. BISCOTTI ALLA CREMA

9	Biscotti alla crema	Pezzi di forma regolare, superficie semilucida, liscia, non bruciata, senza bolle, senza grasso in superficie; Aspetto della crema: omogenea, opaca, grassa, distribuita in modo uniforme senza superare i bordi dei biscotti.	Ben cotto, con strati uniformi e senza spazi vuoti, con uno strato di crema uniforme distribuito	Da giallo a marrone rossastro per i biscotti, senza colorazione biancastra o bruciata; Crema: marrone uniforme, bianco chiaro o giallo	Piacevole e dolce	Caratteristiche degli aromi utilizzati	Crocante ma non friabile
---	---------------------	--	--	--	-------------------	--	--------------------------

**E. BISCOTTI DA SPUNTINO**

<b>10</b>	Biscotti da spuntino	Pezzi piatti, interi, di forma regolare, con superficie opaca semilucida, privi di vesciche, con pungenti, possono essere pigmentati con cumino	Ben cotto con strati uniformi e senza vuoti	Giallo marrone con puntini più scuri; non sono consentit e colorazio ni biancastr e, marroni o bruciatur e.	Gusto piacev ole e legger mente salato di formag gio e cumin o	Caratteris tica, specifica dei formaggi utilizzati	Crocca nte ma non friabile
-----------	----------------------	---	---	---	--	--	----------------------------

I biscotti devono soddisfare le condizioni della tabella 7.2.

**Bibliografia:**

1. Arepally D., Reddy R.S., Goswami T.K., Datta A.K., (2020). Biscuit baking: A review. *Lwt*, 131, 109726 (doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109726>).
2. Bandara, S.M.U.A.; Dissanayake, K.D.D.N. (2010). Process investigation and exploration of strategies to minimize waste in biscuits manufacturing industry, *Applied Science, Business & Industrial Research Symposium (ASBIRES)* (<http://repository.wyb.ac.lk/handle/1/1748>).
3. Chavan R.S., Sandeep K., Basu S., Bhatt S., (2016). Biscuits, cookies, and crackers: chemistry and manufacture. DOI:10.1016/B978-0-12-384947-2.00076-3.
4. Garcia-Armenta E., Gutierrez G., Anand S., Cronin K., (2017), Analysis of the failure of cracked biscuits, *Journal of Food Engineering*, Vol 196, Pages 52-64, ISSN 0260-8774, (<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877416303764>).
5. Jaiswal Y., Khanzode V.R., (2020). Defect Rate Reduction in Biscuit Production Industry using SPC Technique. *International journal of engineering research and technology*, Vol. 9, Issue 11.
6. Konstantas A., Stamford L., Azapagic A., (2019). Evaluation of environmental sustainability of biscuits at the product and sectoral levels. *Journal of Cleaner Production*, 230, 1217-1228.



## Capitolo 7

7. Manley, D., Clark, H. (2011). Recycling, handling and disposal of waste biscuit materials. In Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies (pp. 564-568). Woodhead.
8. Ominski K., McAllister T., Stanford K., Mengistu G., Kebebe E.G., Omonijo F., Cordeiro M., Legesse G., Wittenberg K., (2021), Utilization of by-products and food waste in livestock production systems: a Canadian perspective. *Animal Frontiers*, vol.11, no. 2.
9. Pasqualone A, Haider NN, Summo C, Coldea TE, George SS, Altemimi AB. (2021). Biscuit Contaminants, Their Sources and Mitigation Strategies: A Review. *Foods*:10(11):2751. doi: 10.3390/foods10112751.
10. Wohner B.; Pauer E.; Heinrich V.; Tacker, M., (2019) Packaging-Related Food Losses and Waste: An Overview of Drivers and Issues. *Sustainability*, 11, 264. <https://doi.org/10.3390/su11010264>.
11. \*\*\*<https://www.biscuitpeople.com/magazine/post/the-lamination-process-in-fermented-crackers>
12. \*\*\*<https://biscuit-maker.com/common-problems-of-biscuit-making-cookies-and-their-solutions/>
13. \*\*\*<https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0959652616305042-gr1.jpg>

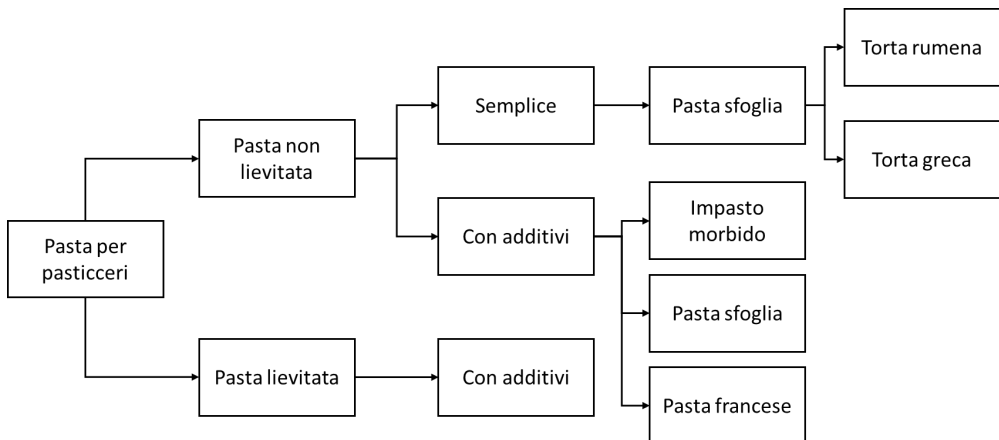
## Capitolo 8

### Cause di spreco alimentare nell'industria della pasticceria. Misure per ridurre gli sprechi alimentari in pasticceria.

#### 8.1. Studi sulle cause di spreco alimentare lungo la catena di produzione della pasticceria

I prodotti di pasticceria sono alimenti ottenuti dalla cottura di un impasto a base di farina, acqua e accorciamento/grasso; possono essere salati o zuccherati. I prodotti di pasticceria zuccherati sono spesso descritti come dolci da forno.

I pasticcini sono prodotti a base di pasta modellati come tali o in combinazione con altri componenti (ripieni, creme, guarnizioni diverse), che ne aumentano il valore nutrizionale.



**Figura 8.1.** *Classificazione della pasta per pasticceria (Alexa, 2008)*

**La pasta lievitata** è l'impasto nella cui composizione, oltre alla farina, ai liquidi, ecc. viene aggiunto anche il lievito del panettiere, che attraverso il

processo di fermentazione crea un'elevata porosità, un aumento di volume, un gusto caratteristico. La tecnologia per l'ottenimento di paste lievitate è la stessa di quella per l'ottenimento di pane e prodotti da forno e può essere ottenuta con due metodi: diretto e indiretto.

La **pasta sfoglia** è un impasto non lievitato ottenuto scottando la farina in una miscela di liquidi, grassi e sale in cui alla fine vengono incorporate le uova. Con la cottura si ottengono preparazioni molto aumentate di volume con un'elevata porosità a forma di nido d'ape.

La **pasta morbida** è un impasto non lievitato costituito da una massa compatta e densa, che dopo la cottura diventa morbida e friabile.

La pasta sfoglia (francese) è un impasto che contiene solo farina e grassi (burro, strutto, margarina).

Le caratteristiche di questo tipo di pasta sono:

- rappresenta un impasto non lievitato, che dopo la cottura si separa in più sfoglie sovrapposte;
- la farina utilizzata deve avere un grado di estrazione del 30% e un contenuto di glutine umido del 24-32%;
- i grassi sono utilizzati nella stessa proporzione della farina,
- l'aceto, in piccole quantità, ha il ruolo di aumentare la viscosità dell'impasto;
- l'acqua ha il ruolo di idratare la farina e di favorire il processo di allentamento e separazione in fogli. La quantità di acqua aggiunta dipende dalla qualità della farina. Se la qualità della farina è alta, la quantità di acqua necessaria è maggiore.

La **sfoglia di torta rumena** fatta a mano si basa su un semplice impasto (farina, acqua, sale e strutto) che, dopo il riposo, viene parzialmente steso sul tavolo unto di strutto e poi fatto ruotare in alto grazie alla forza centrifuga (Alexa, 2008).

Poiché l'industria della pasticceria è considerata parte dell'industria dei prodotti da forno, è difficile trovare informazioni sui rifiuti alimentari separatamente per l'industria della pasticceria.

In uno studio condotto in Estonia da Piirsalu e altri (2021), la produzione dell'industria della pasticceria non è stata considerata separatamente, ma i prodotti di pasticceria sono stati considerati insieme ai prodotti da forno. L'indagine è stata inviata alle aziende che producevano pane e prodotti di pasticceria, compresi prodotti come torte, crostate, biscotti, biscotti, pan di zenzero, pane tostato e ai produttori di snack dolci e salati (ad esempio, cracker, bastoncini di sale, waffle, ecc.). Secondo Piirsalu et al., 2021 l'industria della panificazione e della pasticceria in Estonia i rifiuti alimentari costituiscono circa l'1-5% del prodotto finito.

### **8.2. Cause di spreco alimentare individuate nella fase di lavorazione dei prodotti di pasticceria**

Secondo la ricerca di Gorynska-Goldmann et al. (2021), le cause più comuni di perdita di materie prime sono segni di deterioramento, muffa e impurità, tutti probabilmente causati da stoccaggio e manipolazione impropri o da una scarsa qualità delle materie prime. Inoltre, le cattive condizioni igieniche e lo scarso controllo dei parassiti sono le cause del deterioramento degli ingredienti durante lo stoccaggio.

Ad esempio, in Estonia, secondo Piirsalu et al. (2022), nella produzione di grano, l'1,2% del prodotto è stato scartato come rifiuto alimentare, principalmente durante la fase di pre-pulizia del grano, causata dalla scarsa qualità dei cereali, e durante il processo di essiccazione, causato da guasti all'alimentazione o alle attrezzature.

La perdita di freschezza e la preferenza dei consumatori sono la ragione principale dello spreco di prodotti da forno e dolciari nella catena di fornitura. La breve durata di conservazione dei prodotti di pasticceria non permanente

deve essere al centro dell'attenzione dell'intera catena di produzione e vendita al dettaglio. Una gestione inadeguata delle attività all'interno della produzione può portare a problemi di qualità. Ad esempio, il mancato mantenimento della temperatura controllata all'interno della catena di fornitura dei prodotti di pasticceria con ingredienti deperibili (panna, frutta fresca, carne, ecc.) può portare alla rapida crescita di microrganismi, con conseguenti problemi legati alla sicurezza alimentare, ai difetti del prodotto e ai reclami dei clienti. Gorynska-Goldmann et al. (2021).

All'interno della produzione, gli errori umani sono i più comuni generatori di rifiuti di panificazione (Iakovlieva, 2021), ad esempio una misurazione non corretta degli ingredienti o un'anomalia nello schema tecnologico possono portare a guasti/sprechi nella produzione. Inoltre, i guasti tecnici dei macchinari causano perdite durante la produzione. La modellazione dell'impasto può essere molto diversa a seconda del prodotto e del modo di produzione (manuale o meccanizzato) e lo stesso vale per il verificarsi di avanzi dalla modellazione dell'impasto. Gli errori di schema tecnologico e i problemi tecnici con le macchine per la lievitazione possono portare a sprechi nella produzione (pasta troppo lievitata, prodotti poco o troppo cotti).

Nella produzione di prodotti da forno si utilizza una grande quantità di pasta lievitata, che è un prodotto cosiddetto "vivo" a causa della presenza del lievito e non è sempre controllabile come processo, cioè la pasta può lievitare troppo o, al contrario, lievitare troppo poco. In questi casi, l'impasto non è utilizzabile nella produzione e deve essere smaltito. Dopo la cottura, la qualità visiva del prodotto finito può essere insufficiente, rendendo il prodotto inadatto alla vendita. Alcuni rifiuti (farina, pasta, ecc.) vengono generati anche durante la pulizia delle attrezzature e dei locali. Normalmente, questi rifiuti organici vengono consegnati agli addetti alla gestione dei rifiuti. (Piirsalu et al., 2021). A livello di vendita al dettaglio, le cause di spreco sono gli errori negli ordini, le fuoriuscite, le abrasioni, le ammaccature, il calore eccessivo o insufficiente, lo stoccaggio inadeguato, i malfunzionamenti tecnici, gli imballaggi

danneggiati. La classificazione di alimenti sbiaditi, malformati o di dimensioni errate nel tentativo di soddisfare la domanda dei consumatori.

La perdita di freschezza e la preferenza dei consumatori sono le ragioni principali dello spreco di prodotti da forno e dolciari nella catena di approvvigionamento. La breve durata di conservazione dei prodotti di pasticceria non permanente deve essere il punto centrale di attenzione dell'intera catena di produzione e di vendita al dettaglio. Una gestione inadeguata delle attività all'interno della produzione può portare a problemi di qualità. Ad esempio, il mancato mantenimento della temperatura controllata all'interno della catena di fornitura dei prodotti di pasticceria con ingredienti deperibili (panna, frutta fresca, carne, ecc.) può portare alla rapida crescita di microrganismi, con conseguenti problemi legati alla sicurezza alimentare, ai difetti del prodotto e ai reclami dei clienti. Gorynska-Goldmann et al. (2021). Poiché i prodotti da forno non hanno una lunga durata di conservazione, alcuni prodotti possono rimanere invenduti (compresi i resi da parte delle aziende commerciali). Il pane e la pasticceria invenduti rappresentano una quota significativa dei rifiuti e delle perdite alimentari. Ove possibile, questi prodotti da forno vengono venduti con uno sconto, donati a enti di beneficenza o dati in pasto agli allevatori. Se ciò non è possibile, i prodotti vengono gettati via come rifiuti (Piirsalu et al., 2021).

### **8.3. Misure per ridurre gli sprechi alimentari nell'industria della pasticceria.**

La riduzione dei cambi di linea e la corretta manutenzione delle attrezzature evitano lo spreco di cibo.

Per consentire la manutenzione preventiva, è necessario prevedere standard igienici adeguati per le procedure operative. La manutenzione di impastatrici, divisori, box di prova e forni deve essere effettuata una volta alla settimana.

Quando le apparecchiature critiche non funzionano al meglio, si verificano perdite di tempo e alti livelli di scarto. Ad esempio, un forno non correttamente calcolato può significare cibi poco cotti o bruciati. Le impastatrici che non funzionano in modo efficace non riescono a combinare correttamente gli ingredienti, per cui i prodotti mancano di consistenza e gusto. Una macchina non correttamente revisionata può mettere in pericolo dipendenti e clienti.

È necessario seguire le fasi di manutenzione previste dal produttore dell'apparecchiatura per la pulizia, la conservazione e la preparazione. Tutte le macchine del panificio devono essere osservate regolarmente per mantenerle efficienti e per garantire che tutti i prodotti da forno soddisfino standard elevati.

Le innovazioni nel campo dell'imballaggio possono essere anche un modo per prolungare la durata di conservazione e proteggere i prodotti durante il trasporto e non possono essere sottovalutate.

Le perdite alimentari nel processo produttivo possono essere ridotte conoscendo e analizzando i fattori che le causano. I modi per ridurre gli sprechi nell'industria della panificazione e della pasticceria sono descritti nella tabella 8.1.

**Tabella 8.1.** *Modalità di limitazione degli sprechi alimentari nell'industria della panificazione e della pasticceria basate su Gorynska-Goldmann et al. 2021*

Cause	Prevenzione
Organizzazione non corretta dell'ambiente in cui vengono realizzati i prodotti da forno e dolciari. Impurità secondarie.	Vicinanza alla produzione adeguatamente sorvegliata, eliminazione di attrezzature danneggiate, controllo di plastica e vetro, eliminazione di oggetti pericolosi che possono essere potenziali fonti di impurità.
	Pulizia e disinfezione di macchinari e in base al programma sanitario in vigore, utilizzando utilizzando agenti appropriati e concentrazioni corrette.
	Controllo dei parassiti, ad esempio reti per finestre, edifici impenetrabili, lampade insetticide, attività preventive eseguite e supervisionate da specialisti di disinfestazione in outsourcing.

## Capitolo 8

<p>Fattore umano</p>	<p>Formazione per i dipendenti. Rispetto delle GHP e delle GMP da parte di dipendenti e controllori. Controllo della salute e dell'igiene prima dell'inizio del lavoro, supervisione continua. Supervisione periodica, in particolare sull'osservanza dei principi igienici da parte dei dipendenti. Principi igienici da parte dei dipendenti. Reti per capelli, formazione sull'igiene per i dipendenti.</p> <p>Visite mediche dei dipendenti prima dell'assunzione.</p>
<p>Mancanza di supervisione su macchinari e attrezzature.</p>	<p>Supervisione dei macchinari e delle ispezioni e revisioni programmate in base alla documentazione di funzionamento e manutenzione.</p> <p>Rispetto delle norme di legge sulla supervisione di macchinari e attrezzature.</p> <p>Assunzione di dipendenti qualificati e fornire una formazione adeguata.</p>
<p>Gestione impropria del processo di produzione.</p>	<p>Controllo del peso netto del prodotto semilavorato prima della cottura, registrazione del controllo, supervisione giornaliera.</p> <p>Rispetto rigoroso delle istruzioni relative alla posizione di lavoro.</p> <p>Formazione dei dipendenti e della supervisione.</p> <p>Personale di supervisione qualificato.</p>
<p>Funzionamento improprio del forno, assenza di sorveglianza sull'apparecchio.</p>	<p>Controllo del tempo e della temperatura di cottura.</p> <p>Supervisione dei macchinari e delle ispezioni e revisioni del forno programmate in base al funzionamento e al forno programmate in base alla documentazione di funzionamento e manutenzione.</p> <p>Formazione per gli operatori del forno</p>
<p>Errori e negligenze dei dipendenti durante le attività di imballaggio alla rinfusa.</p>	<p>Imballaggio di qualità adeguata per garantire un trasporto sicuro.</p> <p>Formazione dei dipendenti sulla manipolazione e l'imballaggio della imballaggio della merce.</p> <p>Supervisione del processo di imballaggio.</p> <p>Rilascio di merci sicure, ma di qualità ridotta</p> <p>vendita di merci sicure, ma di qualità ridotta (deformate, con difetti minimi, di forma)</p> <p>a prezzi ridotti.</p>
<p>Sovrastima degli ordini.</p>	<p>Ottimizzare il volume di produzione.</p> <p>Consentire la stagionalità della produzione.</p> <p>Rispetto della regola "First in First out".</p>
<p>Mezzi di trasporto inadeguati trasporto, non idonei al</p>	<p>Mezzi di trasporto certificati per il trasporto di prodotti alimentari.</p>



trasporto di prodotti alimentari, nessuna omologazione sanitaria. Condizioni igienico-sanitarie inadeguate. Condizioni igienico-sanitarie del mezzo di trasporto.	Controllo della temperatura e delle condizioni sanitarie prima del carico. Formazione degli autisti. Verifica delle registrazioni di lavaggio e disinfezione del vano di carico. disinfezione del vano di carico. Qualificazione dei fornitori di servizi di trasporto.
---	---

Sia Iakovlieva (2021) che Gorynska-Goldmann et al. (2021) sostengono che il fattore umano è il più comune generatore di scarti di panificazione, ad esempio le basse qualifiche dei dipendenti appena assunti e non sufficientemente qualificati possono essere una delle ragioni delle perdite di produzione, quindi una buona formazione del personale è una parte molto importante della prevenzione delle perdite alimentari nell'industria.

Lebersorger e Schneider (2014) hanno indicato alcuni punti per i futuri approcci di prevenzione da concentrare sulla restituzione dei prodotti di panetteria e pasticceria che sposterà la responsabilità dai panifici/produttori alle aziende di vendita al dettaglio, sull'ulteriore ottimizzazione interna (benchmarking tra i punti vendita al dettaglio all'interno di un'azienda e applicazione delle migliori pratiche), sulla formazione del personale, sull'informazione e sull'educazione dei dipendenti, sulla sensibilizzazione dei clienti e sull'aumento della cooperazione con i servizi sociali, ad esempio con le donazioni di alimenti.

Anche il monitoraggio degli avanzi a livello di produzione e di vendita al dettaglio aiuta a regolare la produzione e gli errori negli ordini effettuati e a fornire opportunità ai reparti di ricerca, sviluppo e produzione per migliorare l'efficienza contribuisce a ridurre le perdite alimentari. L'implementazione di un programma di prevenzione delle perdite alimentari sarebbe di grande importanza nel settore della pasticceria per ridurre gli sprechi. Alcuni esempi di difetti, cause e rimedi per diversi prodotti di pasticceria sono presentati nelle tabelle 8.2; 8.3; 8.4; 8.5 e 8.6.

**Tabella 8.2.** Difetti, cause e rimedi alla torta rumena/greca (Alexa, 2008)

Difetti	Cause	Rimedi
Fogli sparsi in modo disomogeneo	Farina con glutine debolmente impastato e riposo della pasta insufficiente	Dopo il primo foglio, il resto si estende
Foglio lacerato	Farina con glutine debole, eccessivamente tesa	Irreparabile
Fogli secchi o incollati	Uso insufficiente di grassi Irrimediabile	Irrimediabile
Fogli salati	Dosaggio errato	Aggiunta di farcia

**Tabella 8.3.** Difetti, cause e rimedi al guscio di pasta sfoglia (Alexa, 2008)

Difetti	Cause	Rimedi
Grumi di farina	La farina è stata aggiunta gradualmente, non mescolata immediatamente e rapidamente.	Sbattere la pasta con il mixer
L'impasto ha un aspetto tagliato con olio in superficie	Rapporto acqua (olio)/farina non corretto o bollitura incompleta del liquido	Preparare un'altra quantità con più farina che viene mescolata all'impasto tagliato.
Consistenza dell'impasto troppo morbida	Bollitura insufficiente, rapporto acqua/farina non corretto o aumento del contenuto di uova	Combinazione con un impasto più consistente a cui non sono state aggiunte uova
Gusci non sufficientemente sollevati	Cuocere a temperatura. < 180 gradi o il forno è stato aperto nei primi 10 min.	Non possono essere riparati
Gusci di dimensioni non corrette. Ritorno corretto	Colata errata o utilizzo di uno sprite di dimensioni errate	Ritorno corretto

**Tabella 8.4.** Difetti, cause e rimedi dei prodotti ottenuti dalla pasta sfoglia (Alexa, 2008)

Difetti	Cause	Rimedi
Peso inadeguato	Dosaggio incompleto dei componenti o spazio ridotto per il riempimento dei gusci	Completare gli allestimenti con elementi decorativi

## Capitolo 8

Altezza inadeguata	A causa del riempimento e della decorazione, non è stato sollevato correttamente.	-
Glassatura incompleta e non uniforme	Fluidità del fondente inadeguata	Ricoprire con altro fondente
Aspetto opaco	Temperatura del fondente troppo alta	Ricoprire con altro fondente
Glassa appiccicosa	Temperatura del fondente troppo bassa	Copertura con fondente extra
Panna montata	Punto di battuta superato	Sostituire con un'altra crema

**Tabella 8.5.** Difetti, cause e rimedi per la pasta morbida (Alexa, 2008)

Difetti	Cause	Rimedi
Separare il grasso dal resto dei componenti.	Il grasso contiene troppa acqua o troppe uova.	Riscaldare leggermente la composizione e omogeneizzarla internamente.
L'impasto crudo è troppo duro o troppo morbido.	La ricetta non è stata rispettata	
Dopo la cottura, l'impasto presenta macchie bianche o vuoti sulla superficie.	Lo zucchero semolato non è stato completamente sciolto e la cottura è stata fatta a fuoco troppo basso.	Mascherare la superficie ricoprendola di glassa o di zucchero a velo.
Consistenza dura dopo la cottura	- La ricetta non è stata seguita, - la farina è stata aggiunta impastando	Possono solo essere prevenuti
Il prodotto lascia tracce di grasso	- Il rapporto farina/acqua non è stato rispettato, -la cottura è stata fatta a fuoco troppo basso.	Possono solo essere prevenuti
Impasto troppo friabile, che non mantiene la forma quando viene tagliato	- Il rapporto farina/grassi non è stato rispettato, - la quantità di liquido era troppo bassa.	Possono solo essere prevenuti
Colore rossastro, sapore e odore sgradevoli	- Il grasso era irrancidito, rancido -non è stato spento con un acido prima dell'uso.	Possono solo essere prevenuti
Prodotto non sufficientemente cotto al centro	- Impasto troppo denso o forno troppo freddo. -Nella prima fase di cottura, il prodotto non è sufficientemente sciolto.	Un vassoio vuoto viene inserito sotto il vassoio con l'impasto e la sua superficie viene coperta con una carta.

**Tabella 8.6.** Difetti, cause e rimedi al prodotto ottenuto dalla pasticceria francese (Alexa, 2008)

Difetti	Cause	Rimedi
Dopo la combinazione con il grasso, l'impasto cambia consistenza.	- La farina non era di qualità adeguata -l'acqua in eccesso non è stata rimossa - la temperatura della stanza in cui si lavora è superiore a 200°C	Possono solo essere prevenuti
Al primo giro, l'impasto si rompe	- Il grasso ha una consistenza diversa dall'impasto	Possono solo essere prevenuti
Dopo la cottura, appare appiattito e non sufficientemente sollevato	- La ricetta non è stata seguita	
Poco cotto al centro	- Il tempo di cottura non è stato rispettato; - la temperatura di cottura era troppo alta nella prima fase; -non è stato garantito un adeguato raffreddamento.	Se il difetto si nota prima del completo raffreddamento, rimettere in forno.
Lascia tracce di grasso sulla mano	- La farina aveva un glutine debole; -la cottura è stata effettuata a una temperatura inferiore a 200-250°C; - la teglia è stata unta, le sfoglie sono state poste su carta per assorbire il grasso in eccesso	i fogli vengono posti su carta per assorbire il grasso in eccesso

### Bibliografia:

1. Alexa, E., *Flouring food technologies*, Eurobit Publishing House, Timisoara, 2008.
2. Beretta, C., Stoessel, F., Baier, U., & Hellweg, S. (2013). Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland. *Waste management*, 33(3), 764-773. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.11.007>
3. Gorynska-Goldmann, E., Gazdecki, M., Rejman, K., Kobus-Cisowska, J., Łaba, S., Łaba, R.
4. How to Prevent Bread Losses in the Baking and Confectionery Industry? -Measurement, Causes,
5. Management and Prevention. *Agriculture* 2021, 11, 19. <https://doi.org/10.3390/agriculture11010019>

6. Iakovlieva, M., Food waste in bakeries - quantities, causes and treatment. <https://stud.epsilon.slu.se/17180/1/Iakovlieva-m-210826.pdf>
7. Lebersorger S. and Schneider F. 2014. Food loss rates at the food retail, influencing factors and reasons as a basis for waste prevention measures. *Waste Manag.* 34(11):1911-9. doi: 10.1016/j.wasman.2014.06.013.
8. Piirsalu, E., Moora, H., Väli, K., Värnik, R., Aro, K., Lillemets, J. (2022). The generation of food waste and food loss in the Estonian food supply chain. <http://www.sei.org/wp-content/uploads/2022/05/policy-brief-the-generation-of-food-waste-and-food-loss-in-the-estonian-food-supply-chain.pdf>
9. Piirsalu, E., Moora, H., Väli, K., Värnik, R., Aro, K., Lillemets, J. (2021). The occurrence of food waste and food loss in the Estonian food supply chain. Final study report. <https://www.sei.org/wp-content/uploads/2021/05/toidujatmete-ja-toidukao-teke-estitoidutarneahelas-2021.pdf>

## Capitolo 9

### **Possibili strategie per prevenire le perdite e sprechi alimentari (FLW) nell'industria dei prodotti a base di farina**

#### **9.1. Studi sulle possibili strategie di prevenzione della FLW**

Nel corso del tempo, molti ricercatori e aziende dell'industria alimentare hanno cercato di trovare alternative migliori per ridurre e prevenire gli sprechi (Iakovleva 2021) e, dopo il Green Deal europeo, l'Unione Europea ha deciso di concentrarsi in modo particolare sulla riduzione degli sprechi alimentari (Parlamento UE, 2020). Le valutazioni del ciclo di vita hanno chiaramente indicato che la prevenzione dei rifiuti alimentari è una strategia importante quando si cercano modi per ridurre l'impatto ambientale del pane (Svanes et al., 2019).

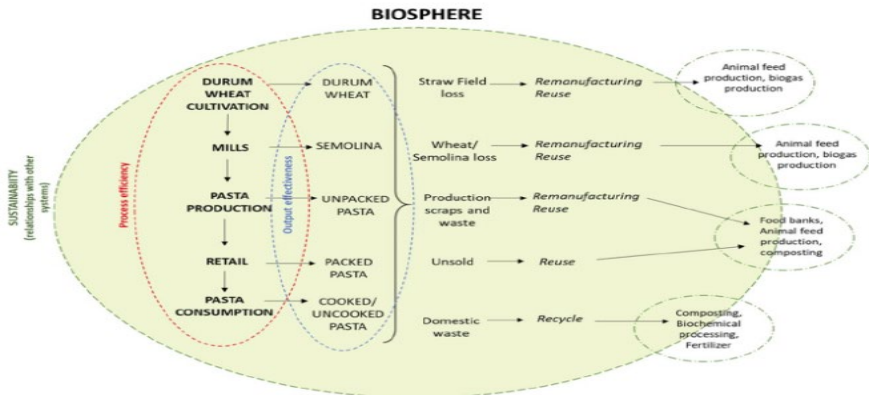
La prevenzione degli sprechi alimentari è un tema importante per migliorare la sicurezza alimentare e la gestione delle risorse a livello di pianificazione e attuazione (Zorpas & Lasaridi, 2013).

Piani di lavoro, schemi e strategie sono tra gli strumenti più importanti per la pianificazione e l'ottimizzazione dei processi tecnologici di panificazione per le aziende di questo settore (Goryńska-Goldmann et al., 2010).

Per prevenire le perdite e gli sprechi nell'industria alimentare e delle farine, gli schemi tecnologici devono essere rivisti e integrati. L'implementazione di un programma di prevenzione delle perdite alimentari sarebbe di grande importanza nelle grandi industrie, dove la produzione di rifiuti e perdite è evidente e può sembrare inizialmente inevitabile.

Goryńska-Goldmann et al. (2021) suggeriscono che il monitoraggio dei volumi e delle cause delle perdite dovrebbe essere mantenuto in tutte le singole operazioni

tecnologiche. Faggini et al. (2021) hanno proposto le modalità per raggiungere la sostenibilità e l'efficacia degli alimenti; un esempio è presentato nella figura 1.



**Figura 1.** Come rendere sostenibile la filiera della pasta, con un focus su perdite e sprechi. (In Faggini et al., 2021; Fonte: Adattato dalla Fondazione Ellen MacArthur, 2014)

In uno studio di Aschemann-Witzel et al. (2017) gli autori indicano che esistono 3 pilastri principali per affrontare lo spreco alimentare dei consumatori, come segue:

la consapevolezza dei consumatori riguardo alla capacità di evitare gli sprechi alimentari,

banche alimentari o azioni guidate dai consumatori e

in terzo luogo, le diverse strategie della catena di approvvigionamento, come le azioni dei rivenditori.

Inoltre, la tempistica, la collaborazione e le competenze sono i principali fattori chiave di successo in grado di sostenere i tre pilastri sopra citati. L'idea dei banchi alimentari è sostenuta anche da Ramírez et al. (2021), secondo cui una strategia per evitare gli sprechi di frutta e verdura potrebbe essere la donazione ai banchi alimentari. Anche i prodotti a base di farina acquistata che vengono rimossi dalla vendita e prodotti in eccesso potrebbero essere donati a un banco alimentare.

Recentemente, De Laurentiis et al. (2020) hanno menzionato che il Centro comune di ricerca della Commissione europea ha elaborato un quadro di valutazione delle azioni volte a prevenire lo spreco alimentare.

La piattaforma europea sulle perdite e gli sprechi alimentari è supportata dal quadro di riferimento che ha l'obiettivo di identificare le migliori pratiche e condividere ulteriormente le conoscenze sulle iniziative di prevenzione degli sprechi alimentari.

Inoltre, gli autori hanno sviluppato un proprio quadro di riferimento che si basa su due criteri quantitativi come l'efficienza e l'efficacia e su quattro qualitativi come la sostenibilità dell'azione nel tempo, la qualità della progettazione dell'azione, la scalabilità, la trasferibilità e la cooperazione intersettoriale.

Inoltre, gli autori hanno menzionato la necessità di disporre di un calcolatore basato sul principio del ciclo di vita, che può essere considerato un modo per prevenire lo spreco alimentare nelle fasi iniziali.

Katt e Meixner (2020) hanno sottolineato che anche gli aspetti comportamentali legati all'acquisto a livello di consumatore possono influenzare la prevenzione dello spreco alimentare.

Gli aspetti relativi alle preoccupazioni per l'ambiente e la salute, insieme alla consapevolezza dei prezzi, hanno dimostrato un'influenza positiva sulla prevenzione degli sprechi alimentari, mentre è stato menzionato un effetto negativo del valore edonico degli acquisti.

Vidal-Mones et al. (2022) hanno testato il potenziale di prevenzione degli sprechi alimentari nelle mense scolastiche e hanno dimostrato che una prevenzione del 59% è stata individuata principalmente per i dessert, come la frutta, mentre lo spreco del pasto giornaliero è stato ridotto al 41%. Lo studio ha concluso che, per ottenere un tasso di successo più elevato nella prevenzione degli sprechi alimentari, tutto il personale delle mense dovrebbe essere coinvolto in egual misura, aumentando la loro consapevolezza riguardo alle implicazioni sanitarie e ambientali degli sprechi alimentari.



Considerando la piramide della prevenzione dello spreco alimentare, il modo migliore per ridurre lo spreco alimentare è quello di prevenire la produzione extra di cibo insieme allo smaltimento dei rifiuti alimentari evitabili e, quando è possibile, al riutilizzo delle eccedenze alimentari ancora commestibili (Giordano et al. 2020). In questa direzione, in Italia e in Francia sono state approvate alcune leggi specifiche sullo spreco alimentare e la Direttiva 2008/98/CE (UE, 2008) ha indicato che la prevenzione, la preparazione al riutilizzo, il riciclaggio, l'altro recupero e lo smaltimento rappresentano le principali priorità nella gestione dei rifiuti.

Altre strategie per prevenire lo spreco alimentare potrebbero riguardare l'azienda di vendita al dettaglio attraverso la redistribuzione del cibo ancora commestibile a enti di beneficenza, il monitoraggio dello spreco alimentare come indicatore chiave di performance nell'azienda di vendita al dettaglio, o strategie di promozione del prezzo come lo sconto di un prodotto che ha una breve durata di conservazione (Poças Ribeiro et al., 2019). D'altra parte, Goryńska-Goldmann et al. (2021) hanno sottolineato che la qualificazione dei dipendenti, il trasferimento di informazioni, l'educazione e lo sviluppo di linee guida per ogni impresa in base alla sua scala di produzione e alla sua specificità potrebbero portare a un'influenza positiva sullo spreco alimentare. Parlando di possibili strategie per prevenire gli sprechi alimentari, si dovrebbero considerare anche quelle tecnologiche, compresa la conservazione dei prodotti finali. Per esempio, Alpers et al. (2021) hanno dimostrato che i prodotti del pane devono essere protetti dall'umidità che potrebbe favorire lo sviluppo di deterioramento, attraverso l'uso di materiali di imballaggio specifici. Inoltre, l'uso del lievito madre è uno strumento che riduce i processi di deterioramento e di staling, portando a un prolungamento della shelf life e a condizioni sanitarie durante la conservazione (Alpers et al. 2021). L'uso di pasta madre fermentata con lievito e/o lievito e batteri lattici nella produzione del pane ha portato allo sviluppo di acidi organici come il lattico, di esopolisaccaridi, di diversi enzimi e alla formazione di composti antimicrobici

e sostanze battericide che hanno migliorato la conservabilità dei prodotti da forno finali (Taglieri et al., 2021).

Vale la pena di menzionare anche le nuove tecnologie di confezionamento avanzate, che si sostiene possano prolungare la durata di conservazione di diversi prodotti. Ad esempio, la combinazione tra confezionamento in atmosfera modificata e confezionamento attivo potrebbe essere utilizzata con successo per prolungare la durata di conservazione dei prodotti da forno. Inoltre, l'incorporazione di uno scavenger dell'ossigeno a base di ferro potrebbe agire come agente antimicrobico, in modo simile alla CO<sub>2</sub>, migliorando la conservabilità dei prodotti da forno (Upasen et al., 2018). Lo sviluppo di bustine antimicotiche a base di oli essenziali in microcapsule ha mostrato risultati positivi nell'inibire lo sviluppo di muffe e lieviti grazie ai composti di eugenolo e citrale (Ju et al., 2020). Inoltre, l'uso di diversi tipi di imballaggio, come il polietilene a bassa densità, il polietilene ad alta densità e il polipropilene, potrebbe aumentare lo shelf life del pane rispetto al controllo. Ad esempio, il pane confezionato in polietilene ad alta densità ha raggiunto una durata di conservazione di 15 giorni, mentre il pane di controllo ha solo 5 giorni di durata (Ju et al., 2020).

L'uso di enzimi come l'amilasi maltogenica, la lipasi  $\alpha$ -amilasi nella formulazione potrebbe anche aumentare la durata di conservazione del pane grazie al loro effetto anti-stallo e alla lenta diminuzione dei parametri di durezza e masticabilità nel tempo (Taglieri et al., 2021).

Beretta et al. (2013) hanno suggerito un approccio più complesso per valutare le perdite e gli sprechi alimentari. Ad esempio, se i cereali vengono smistati nei mulini e gli scarti vengono utilizzati per l'alimentazione, ciò tende a essere meno rilevante rispetto alla stessa quantità di pane cotto che viene sprecata in un ristorante. Pertanto, le perdite alimentari dovrebbero essere valutate attraverso la valutazione del ciclo di vita, ma non solo quantificate. Ciò consentirebbe di quantificare con maggiore precisione i benefici ambientali derivanti dalla riduzione dei rifiuti alimentari e di definire i settori prioritari.

Piirsalu et al. (2022) hanno indicato anche alcune raccomandazioni per i responsabili politici:

<p>creare strategie e fissare obiettivi politici per la prevenzione e la riduzione dei rifiuti alimentari a livello statale;</p>	<p>contributo all'ulteriore sviluppo di metodologie di monitoraggio e misurazione, in particolare la contabilizzazione dei diversi sottoprodotti;</p>	<p>promuovere la donazione di cibo e sostenere altre organizzazioni che si occupano di donazioni;</p>	<p>una crescente motivazione a donare cibo al di là del settore della vendita al dettaglio, in particolare nell'industria alimentare, nel settore della ristorazione e nella produzione primaria;</p>	<p>promuovere la prevenzione e la riduzione dei rifiuti alimentari e sostenere le opportunità di valorizzazione nelle industrie di trasformazione e alimentare e nel settore della produzione primaria;</p>	<p>promuovere e sostenere il riciclaggio dei rifiuti alimentari (ad esempio, il compostaggio);</p>	<p>sostenere le attività di sensibilizzazione.</p>
--	---	---	---	---	--	--

## 9.2. Possibili strategie per prevenire la FW nella fase di manipolazione e stoccaggio dei prodotti farinacei

### 9.2.1. Strategie per prevenire la degradazione della farina nei magazzini

- I magazzini devono essere puliti, asciutti, ben ventilati, con una temperatura dell'aria di 10-12°C.
- I sacchi di farina devono essere stoccati su griglie di legno per garantire la ventilazione delle pile nella parte inferiore e per non aspirare l'umidità dal pavimento.
- Tra le pile di sacchi e le pareti o tra due pile deve essere lasciato uno spazio minimo di 0,5 m per l'ispezione e la ventilazione.
- Installazione di trappole per il controllo degli insetti e disinfezione con sostanze insetticide.

- La separazione della farina dagli insetti mediante setacciatura con un apposito setaccio, eliminando così le larve, le crisalidi e anche gli insetti adulti.
- I resti di farina infestata, insieme alla ginestra, vengono distrutti mediante combustione.
- Il mantenimento dei magazzini in uno stato di pulizia permanente, la ventilazione e il loro stato asciutto sono le misure più efficaci per prevenire la formazione di focolai di infestazione.

### **9.2.2. Metodi per ridurre la contaminazione da funghi e micotossine in diverse farine durante lo stoccaggio:**

- Contaminazione della farina con batteri totali mediante riscaldamento a secco a 80-180°C per un intervallo di 5sec-15 min.
- La farina di frumento con *Staphylococcus aureus* ed *E. coli* può essere decontaminata mediante riscaldamento a secco a 290°C per 5 minuti.
- La farina di frumento con batteri mesofili aerobi ed Enterobacteriaceae è stata decontaminata con un trattamento chimico con acido lattico-NaCl al 5,0%.
- La farina contaminata da *Saccharomyces cerevisiae* e *Salmonella* può essere trattata con impulsi per 10 ms, con lunghezza d'onda di 395 nm.
- Farina di frumento contaminata da mesofili aerobi, termofili e muffe, decontaminata mediante plasma freddo a pressione atmosferica alle seguenti condizioni: frequenza di alimentazione 9 kHz, tensione 15-20 kV, per 60 o 120 s.
- Farina biologica di grano tenero invernale contaminata da *Enterococcus faecium*, *Salmonella*, decontaminata mediante pastorizzazione con le seguenti condizioni: Unità di riscaldamento RF da 6 kW, 27,12 MHz. Distanza tra gli elettrodi 35 mm. Celle di prova in alluminio e 85°C, 33 min.

- Il grano infestato da insetti durante l'immagazzinamento può essere trattato con irradiazione (trattamento con 1, 10 e 25 kGy di radiazioni da una sorgente di  $^{60}\text{Co}$ ).
- La farina con carica microbica può essere decontaminata con radiazioni ultraviolette combinate con ozono (20 mg/kg di farina).
- La farina biologica di grano tenero invernale contaminata da *Enterococcus faecium* e Salmonella può essere trattata con vapore sottovuoto a 65°C per 8 minuti.
- La farina di frumento infetta da microrganismi può essere irradiata con radiofrequenza fino alla temperatura di 75-100°C, seguita da raffreddamento e aria fredda.
- La farina di frumento con ocratossina A (OTA) può essere decontaminata mediante cottura in forno elettrico con radiazioni ultraviolette combinate con ozono.

Le perdite di cibo possono essere evitate al minimo pianificando le ispezioni, assumendo professionisti per utilizzare metodi efficaci di organizzazione del lavoro, dei macchinari e delle attrezzature.

### 9.3. Possibili strategie per prevenire le FLW nella fase di lavorazione e confezionamento dei prodotti farinacei

Nella tabella 9.1 sono descritte le misure che possono essere adottate per evitare difetti nella lavorazione dei prodotti farinacei da forno:

**Tabella 9.1.** Misure adottate per evitare difetti nella lavorazione dei prodotti di farina da forno

Utilizzo di materie prime inadeguate nella fase di	di prime nella di	Aerazione della farina per ossigenarla, miscelazione con farine sane, aumento dell'acidità attraverso l'incremento degli acidi alimentari (acido ascorbico, lattico, acetico).
		Aggiunta di glutine 1-2%, aggiunta di zucchero 2%.

preparazione dell'impasto.	Aggiunta di $\alpha$ -amilasi sotto forma di preparati di malto o di $\alpha$ -amilasi fungina (da muffe).
	Aggiunta di preparati di malto o miglioratori per apportare amilasi e proteasi, preparati proteolitici o sostanze riducenti.
Gestione errata del processo tecnologico	L'aggiunta di una quantità di circa 0,2% di lievito durante l'impasto e il reimpasto.
	Riduzione del tempo di fermentazione dell'impasto.
	Dosaggio della farina e dell'acqua secondo la ricetta della rispettiva qualità di farina utilizzata per la produzione.
	Prolungare la durata della fermentazione finale fino alla completa maturazione.
	Regolare la temperatura del forno interrompendo la cottura per un breve periodo.
	La corretta gestione dei dispositivi per la formazione del vapore e di quelli per la sua evacuazione dalla camera di cottura.
Conservazione e manipolazione del pane dopo la cottura	Posizionamento regolare del pane in cassette, su rastrelliere o su scaffali.
	Trasporto del pane solo in casse o rastrelliere; si avrà cura di raffreddare prima il pane.

#### 9.4. Possibili strategie per prevenire la FLW nell'industria della panificazione

- **Garantire condizioni adeguate per lo stoccaggio delle materie prime**
- Il controllo delle condizioni di stoccaggio delle materie prime è fondamentale per ridurre le perdite (ad esempio, controllo della temperatura e dell'umidità del magazzino, controllo del sistema di raffreddamento).

- **Riduzione della contaminazione batterica delle materie prime mediante l'uso di conservanti e di imballaggi in atmosfera modificata.**
- Per ridurre l'incidenza di questo problema è necessario adottare pratiche sanitarie e di produzione rigorose. Inoltre, l'uso di conservanti come il propionato può essere utilizzato per eliminare questo problema.
- **Controllo dei parametri tecnologici per ridurre le perdite nella fase di formatura, modellazione e cottura dell'impasto.** Un controllo più efficiente dei parametri tecnologici (relativi alla manipolazione dell'impasto e alla valutazione della sua temperatura e acidità, tra le altre cose) può ridurre significativamente le perdite di produzione durante la fase di formazione e modellazione dell'impasto per ottenere prodotti da forno farinosi.
- È molto importante che i dipendenti siano adeguatamente formati sulla corretta organizzazione e sul controllo fisico dell'ambiente di produzione.
- **Manutenzione**

- Una delle cose più importanti nella panificazione è la manutenzione delle attrezzature. Quando le attrezzature non funzionano correttamente, si creano perdite di denaro, di tempo, ecc.
- Se il forno non funziona correttamente, significa che i prodotti possono risultare poco cotti o bruciati. Se le impastatrici non funzionano correttamente, è possibile che non combinino gli ingredienti come dovrebbero e il prodotto finale può essere alterato e considerato uno scarto.

- **Misurazione corretta**

Sistemi di misurazione accurati sono molto importanti per ottenere prodotti con la stessa qualità. Utilizzando bilance verificate per gli ingredienti secchi e contenitori di misurazione per gli ingredienti liquidi, è possibile ridurre gli scarti.

**Monitoraggio delle vendite**

- Un altro modo per ridurre gli sprechi è monitorare gli ordini. Se le previsioni di vendita sono accurate, è possibile gestire l'inventario, stabilire un programma di cottura efficiente e adattare la strategia di marketing in base alle tendenze dei clienti.
- **Manipolazione adeguata** La manipolazione dei prodotti è molto importante, pertanto i dipendenti devono essere formati per gestire correttamente ogni prodotto durante la cottura, il confezionamento e la consegna.



## **9.5. Possibili strategie per prevenire la FW nell'industria della pasta**

**Le misure che possono essere adottate per evitare difetti nella lavorazione della pasta sono:**

- Implementare tecnologie innovative e intelligenti per rimuovere le impurità e monitorare i parametri di stoccaggio (temperatura, tempo, pulizia, presenza di insetti e parassiti) delle materie prime.
- Controllare la qualità delle materie prime (utilizzando indicatori di qualità).
- Garantire un'idratazione uniforme delle materie prime durante la miscelazione.
- Utilizzo di dispositivi calibrati per la fase di dosaggio.
- Utilizzo di moderne attrezzature per la miscelazione e lo sviluppo della pasta che lavorano sotto vuoto e favoriscono un'idratazione rapida e uniforme; questa tecnologia richiede un periodo di riposo prima dell'estrusione della pasta.
- Utilizzo di attrezzature per l'essiccazione (essiccatori sottovuoto, sistemi di essiccazione a microonde) che riducono i periodi di essiccazione per ottenere un prodotto finito con meno fessure, più compattezza e meno gelatinizzazione rispetto alla pasta essiccata ad aria calda.
- Implementazione di tecnologie intelligenti per monitorare i parametri di produzione (temperatura, pressione, tempo, contenuto di umidità).
- Adozione di soluzioni di confezionamento basate su tecnologie specifiche per prolungare la self-life della pasta confezionata (imballaggi intelligenti, nano-biocompositi, polimeri biodegradabili rinforzati con nano-riempitivi per i materiali di confezionamento, ecc.)
- Implementazione di tecnologie innovative e intelligenti per monitorare la presenza di oggetti estranei (metal detector, plastic detector).

- Utilizzare sistemi specifici di gestione della logistica (ad esempio, il modello di trasporto first-expired-first-out) per ridurre al minimo le perdite di pasta più frequenti dovute a danni alle confezioni.
- Implementazione di app mobili per preservare la qualità della pasta e ottimizzarne l'uso prima della data di scadenza.

## **9.6. Possibili strategie per prevenire gli sprechi alimentari nell'industria dei biscotti**

### **9.6.1 Tecniche di prevenzione degli sprechi alimentari nel settore dei biscotti**

- Scegliere materie prime (cereali o farine) già trattate con raggi UV, ozono o luce pulsata per prevenire la contaminazione e ridurre le micotossine nelle materie prime.
- L'adozione di tecnologie di cottura alternative (cottura sottovuoto, riscaldamento a radiofrequenza), insieme alla riformulazione dei prodotti, è un'altra tecnica efficace per ridurre il carico termico che porta alla produzione di contaminanti come l'acrilammide.
- Utilizzando materiali di confezionamento a bassa permeabilità all'ossigeno e migliorando la ricetta del prodotto con antiossidanti per ridurre l'aumento della contaminazione da ossidazione durante la conservazione dei biscotti.
- Utilizzo di imballaggi attivi e intelligenti che includono elementi speciali progettati per rilasciare o assorbire sostanze all'interno o dall'alimento confezionato o dall'ambiente che lo circonda, con l'obiettivo di prolungare la durata di conservazione dell'alimento.

### **9.6.2. Strategie per evitare gli sprechi alimentari nel processo tecnologico dei biscotti**

- Per evitare la formazione di schiuma dovuta a un impasto troppo elastico o a una temperatura non corretta, la temperatura del forno deve essere controllata in modo da non essere molto alta all'inizio e la temperatura superficiale deve aumentare gradualmente;
- Se i biscotti non hanno colore, deve essere a causa della scarsa quantità di zucchero e il contenuto di zucchero deve essere aumentato;
- La consistenza ruvida dei biscotti deriva da un tempo di miscelazione della farina insufficiente o eccessivo, da un basso contenuto di zucchero e olio e le misure principali si riferiscono a un tempo di miscelazione corretto e all'aumento della quantità di zucchero e fosfolipidi;
- Il cracking dei biscotti dovuto all'elevato contenuto di amido può essere evitato riducendo la quantità di amido;
- La fessurazione dei biscotti dovuta a un eccessivo gonfiore o a un'eccessiva scioltezza può essere prevenuta riducendo la quantità di agente lievitante.

### **9.7. Possibili strategie per prevenire gli sprechi alimentari nell'industria della pasticceria**

Molte pasticcerie registrano regolarmente sprechi alimentari, ma non riescono a identificarli, soprattutto quando si tratta di ingredienti secchi non deperibili. L'altro tipo di spreco alimentare che può avere un impatto significativo su questo settore è la sovrastima della quantità di prodotto finito necessaria per soddisfare le richieste quotidiane del mercato.

Modi per prevenire gli sprechi alimentari nella pasticceria:

#### **➤ Monitoraggio degli sprechi tecnologici**

Un attento monitoraggio degli scarti tecnologici rappresenta un modo conveniente per mettere a punto i risultati della produzione in modo da ridurre al minimo le perdite.

Tenere un registro dettagliato dei profitti o delle perdite derivanti dalle vendite del secondo giorno dei vostri prodotti da forno, in modo da sapere a quali prodotti dedicare la massima attenzione quando si tratta di modificare i programmi di produzione.

➤ **Donare i prodotti invenduti**

Donare i prodotti invenduti che sono ancora in corso di validità a un ente di beneficenza locale, a centri per senzatetto e banche alimentari, a organizzazioni di veterani, a organizzazioni di anziani, a case di cura che possono utilizzare regolarmente alcuni prodotti di pasticceria.

➤ **Formazione del personale**

Il personale di pasticceria non formato è uno dei principali fattori di spreco alimentare nelle unità di produzione.

➤ **Manutenzione delle apparecchiature**

La manutenzione inadeguata delle attrezzature è responsabile degli sprechi alimentari in un'unità di produzione.

## **9.8. Buone pratiche di prevenzione delle FLW. Standard e guida FLW.**

### **Buone pratiche di prevenzione del FLW. Standard e guide FLW**

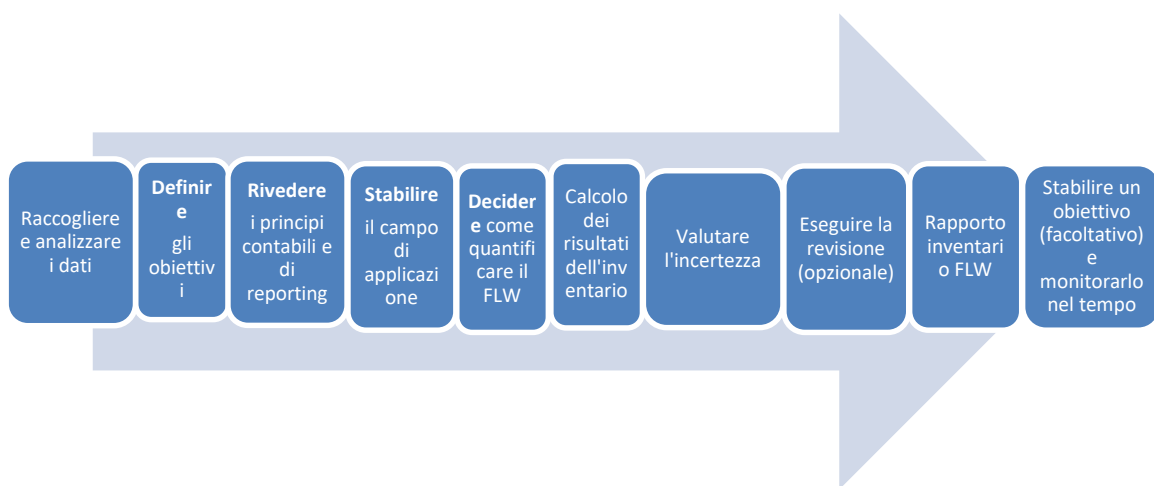
Ogni entità del settore produttivo o commerciale deve sviluppare un inventario dei rifiuti e delle perdite. Completando un inventario, le aziende che impiegano uno standard (o una guida) FLW devono documentare i fattori o le cause che contribuiscono alla loro produzione di FLW. La registrazione delle cause può aiutare le entità a identificare le migliori strategie di prevenzione e riduzione delle FLW.

Prima dell'attuazione di un'azione, è essenziale identificarne le finalità, gli obiettivi e gli indicatori chiave di prestazione (KPI), nonché conoscere la base di riferimento rispetto alla quale sarà valutato il successo dell'azione. In questo modo sarà possibile monitorare i progressi e i successi e individuare le aree di sviluppo.

Il successo di un intervento preventivo, ovvero il grado di raggiungimento degli obiettivi o di produzione dei risultati attesi, si misura in base alla sua efficacia.

Per questo motivo, sono necessarie alcune procedure per la contabilità e la rendicontazione delle FLW, nonché alcuni requisiti da seguire per un inventario delle FLW.

Per stabilire buone pratiche di prevenzione delle FLW, alcuni passaggi sono obbligatori. Queste fasi sono riassunte nella Figura 9.3.



**Fig. 9.3.** *Le principali fasi della contabilità e della rendicontazione FLW* (Protocollo sulle perdite e gli sprechi alimentari (flwprotocol.org))

Per contabilizzare e riportare il FLW, è necessario prendere in considerazione cinque principi per attuare le buone pratiche: pertinenza, completezza, coerenza, trasparenza e accuratezza. Le loro descrizioni sono riportate nella Tabella 9.2.

**Tabella 9.2** *Principi di contabilità e rendicontazione FLW*

Protocollo sulle perdite e gli sprechi alimentari (flwprotocol.org)

<b>Principio</b>	<b>Guida</b>
Pertinenza	Il rapporto sui rifiuti alimentari deve contenere le informazioni necessarie agli stakeholder interni ed esterni di un'entità per prendere le loro decisioni.
Completezza	La rilevanza dell'inventario dei rifiuti alimentari è dovuta alla selezione di metodi pertinenti per la quantificazione e di fonti di dati, nonché alla raccolta di dati di qualità sufficiente.
Coerenza	Qualsiasi componente che possa influenzare l'accuratezza dell'inventario riportato non deve essere escluso dall'inventario dei rifiuti alimentari.
Trasparenza	Per fornire dati coerenti sui rifiuti alimentari nel tempo, è fondamentale applicare lo stesso ambito di inventario, gli stessi metodi di quantificazione e le stesse ipotesi.
Accuratezza	La misura in cui le informazioni sui metodi, le procedure, le ipotesi e i limiti dell'inventario dei rifiuti alimentari sono accuratamente registrate e comunicate in modo imparziale e comprensibile è definita trasparenza.

È inoltre molto importante stabilire l'arco temporale, il tipo di materiale, la destinazione che sarà oggetto dell'inventario delle FLW e il tipo di metodo di quantificazione che sarà utilizzato. Anche la raccolta, il calcolo e l'analisi dei dati ottenuti dopo la quantificazione delle FLW sono fasi importanti di questo processo. Per comunicare l'impatto ambientale, il contenuto nutrizionale o le implicazioni finanziarie, le aziende possono utilizzare il FLW in termini o unità di misura oltre al peso. Le fasi finali sono la rendicontazione del FLW e la definizione di obiettivi di riduzione del FLW, nonché il monitoraggio dei progressi della riduzione del FLW, il controllo delle prestazioni e l'adeguamento.

Per quanto riguarda il periodo, il tipo di materiale e la destinazione, le definizioni sono le seguenti:

- ❖ **Periodo:** il periodo per il quale vengono riportati i risultati dell'inventario, ad esempio un periodo di 12 mesi.
- ❖ **Tipo di materiale:** i materiali inclusi nell'inventario (solo parti commestibili, solo parti non commestibili o tutti).
- ❖ **Destinazione:** dove va a finire il FLW una volta rimosso dalla filiera alimentare.

Per quanto riguarda la destinazione, è necessario innanzitutto identificare l'azione FW adatta all'azienda. Le azioni possono essere raggruppate in cinque classi come di seguito:

1. Ridistribuzione del cibo per il consumo umano
2. Valorizzazione del cibo
3. Cambiamento del comportamento dei consumatori
4. Miglioramento dell'efficienza della catena di approvvigionamento
5. Governance della prevenzione degli sprechi alimentari

Per ogni azione, è possibile individuare una serie di sotto-azioni per raggiungere l'obiettivo; queste sono riassunte nella Tabella 9.3.

**Tabella 9.3.** *Classificazione delle azioni di prevenzione della FW (da Caldeira et al., 2019)*

Tipo di azione	Sottotipo di azione
Ridistribuzione	Ridistribuzione delle eccedenze alimentari
Valorizzazione degli alimenti	Strumenti digitali per la redistribuzione
Cambiamento del comportamento dei consumatori	Trasformazione a valore aggiunto.
Efficienza della catena di approvvigionamento	Innovazione di processo Innovazione dei prodotti - imballaggio Innovazione dei prodotti - marcatura della data Formazione e linee guida Sconto sul prezzo Vendita di prodotti imperfetti Certificazione Appalti pubblici

## Capitolo 9

	Strumenti digitali per l'efficienza della catena di fornitura
Governance della prevenzione dello spreco alimentare	Accordo volontario Quadro normativo/politico Programma nazionale di prevenzione dei rifiuti alimentari Incentivi fiscali

L'obiettivo delle azioni di redistribuzione è quello di redistribuire le eccedenze alimentari idonee al consumo umano attraverso attività come la vendita delle eccedenze alimentari alle aziende per ricavarne un profitto, la donazione a enti caritatevoli a beneficio di chi ne ha bisogno o l'utilizzo di strumenti digitali per gestire la redistribuzione del cibo (ad esempio, app, siti web).

L'obiettivo delle azioni di valorizzazione degli alimenti è quello di valorizzarli trasformandoli in altri prodotti alimentari o per produrre mangimi.

L'obiettivo delle azioni per il cambiamento del comportamento dei consumatori è incoraggiare il cambiamento del comportamento dei consumatori per ridurre la quantità di rifiuti alimentari prodotti attraverso un comportamento meno sprecone, programmi educativi per bambini e adolescenti o lo sviluppo di strumenti digitali per guidare i consumatori verso la riduzione dei rifiuti alimentari.

L'efficienza della catena di approvvigionamento ha l'obiettivo di aumentare l'efficienza in qualsiasi fase della catena di approvvigionamento alimentare utilizzando azioni come: l'implementazione di processi e tecnologie più efficienti, la formazione, lo sviluppo di linee guida per ottenere la riduzione del FW nelle fasi di produzione/trasformazione/distribuzione, lo sviluppo di strumenti digitali per fornire una guida, l'introduzione di nuovi sistemi di imballaggio, l'ottimizzazione della data di validità delle etichette, ecc.

Per quanto riguarda la governance della prevenzione dello spreco alimentare, queste attività includono tutte le misure volontarie e obbligatorie che hanno



un impatto sugli attori per la riduzione dello spreco alimentare; possono anche essere indicate come azioni trasversali.

### 9.8.1. Metodi di quantificazione dei rifiuti alimentari

I principali metodi di quantificazione dei rifiuti alimentari che potrebbero essere utilizzati sono evidenziati nella tabella seguente.

**Tabella 9.4.** *Protocollo sulle perdite e gli sprechi alimentari*

Protocollo sulle perdite e gli sprechi alimentari (flwprotocol.org)

Metodo	Descrizione
Pesatura diretta	Utilizzo di uno strumento di misura per determinare il peso di FLW
Conteggio	Combinazione dei dati dello scanner e dei sensori e conteggio del numero di elementi che compongono FLW per calcolare il peso.
Determinazione del volume	Determinazione del peso valutando lo spazio effettivo occupato da FLW.
Analisi della composizione dei rifiuti	Rimozione fisica di FLW da altri materiali per pesarlo e analizzarlo.
Registri	Utilizzando dati specifici che sono stati annotati o conservati e che a volte vengono raccolti di routine per scopi diversi dalla valutazione delle FLW (ad esempio, ricevute di trasferimento dei rifiuti o registri di magazzino).
Diari	Tenere un registro giornaliero delle FLW e di altri dati.
Indagini	Utilizzando una serie di domande strutturate per raccogliere dati sulle quantità di FLW o altre informazioni (come atteggiamenti, opinioni o azioni auto-riferite) da un gran numero di persone o enti.
Bilancio di massa	Misurando gli input (come gli ingredienti in un sito di produzione, il grano che entra in un silo e i prodotti fabbricati, il grano venduto al mercato), gli output (come il grano spedito al mercato), le variazioni dei livelli delle scorte e le variazioni del peso degli alimenti durante la lavorazione.

Modellazione	Utilizzando una strategia matematica basata sull'interazione di diverse variabili che influenzano la produzione di FLW.
Dati proxy	Utilizzando dati FLW provenienti da fonti diverse dall'inventario FLW di un'entità (come dati più vecchi o dati FLW di un'altra nazione o azienda) per dedurre le quantità di FLW che rientrano nell'inventario dell'entità.

### 9.8.2. Calcolo degli sprechi alimentari nelle varie fasi della filiera alimentare

È buona norma creare un diagramma di flusso che mostri il movimento dei prodotti alimentari (e, se del caso, dei relativi elementi non commestibili) all'interno e tra le fasi quando si valutano le quantità di FLW tra le fasi. Un esempio di calcolo è riportato nella Tabella 9.5.

**Tabella 9.5.** Esempio di calcolo del FLW durante la catena di approvvigionamento

Fase della catena di fornitura	FLW registrato in ogni fase (tono)	% FLW per fase	% cumulativa di FLW
La produzione	25 t (da 100 t)	2,5%	2,5%
Manipolazione e stoccaggio	2 t (da 75 t)	2,66%	$[(25+2)/100] * 100=27\%$
Imballaggio	0,8 t (da 73 t)	1,09%	$[(25+2+0,8)/100]*100=27,8\%$
Distribuzione e mercato	8,2 t (da 72,2t)	11,35%	$[(25+2+0,8+8,2)/100]=36\%$

### 9.8.3. Principi per la riduzione degli sprechi alimentari nell'industria dei prodotti farinacei

Una road map del settore per l'innovazione collaborativa e la riduzione delle procedure di spreco alimentare che sia etica e inclusiva è di importanza

cruciale. Si potrebbero quindi enunciare 10 principi per la riduzione degli sprechi alimentari nel settore dei prodotti farinacei:

➤ **Cooperazione lungo l'intera catena del valore**

*1. Per migliorare, dobbiamo lavorare insieme.*

Per inserire lo spreco alimentare nell'agenda della catena del valore, educare i consumatori e scambiare le migliori pratiche, tutti gli attori devono lavorare insieme.

*2. La catena del valore richiede una maggiore cooperazione da parte nostra.*

Ciò significa sviluppare un rapporto di fiducia e cooperare per ottenere risposte migliori.

*3. Incoraggiare la trasparenza e la condivisione lungo la catena del valore.*

Chiarire gli obiettivi comuni, scambiare i dati relativi allo spreco alimentare e migliorare la cooperazione sono esempi di questo tipo.

*4. Il pensiero olistico è essenziale.*

La cooperazione non deve limitarsi a ridurre lo spreco alimentare dei singoli attori, ma la quantità complessiva di rifiuti alimentari.

➤ **La comunicazione interna nelle aziende**

*1. Instillare la responsabilità e gli incentivi per la riduzione degli sprechi alimentari in tutta l'azienda.*

È di fondamentale importanza definire obiettivi, misurare i progressi, sviluppare cultura e competenze e includere il punto di vista dello spreco alimentare in tutte le attività organizzative. Coinvolgimento ed educazione dei consumatori nella lotta contro lo spreco alimentare.

*2. È necessario il sostegno dei consumatori*

È necessario verificare maggiormente il comportamento dei consumatori, educare i clienti e coltivare una cultura di tolleranza per i prodotti alimentari con piccoli difetti estetici e meno abbondanti.

*3. Comunicare con i consumatori con maggiore frequenza.*

Ciò suggerisce forme di comunicazione più partecipative, in cui i clienti sono maggiormente coinvolti nell'innovazione aziendale e nello sviluppo dei prodotti.

*4. Comunicare con le autorità.*

Ciò significa eliminare gli ostacoli legislativi alle iniziative cruciali in materia di rifiuti alimentari e aiutare le autorità a creare o sostenere iniziative guidate dall'industria.

*5. Condividere le conoscenze.*

Da diversi punti di vista, gli operatori del settore dovrebbero offrire le loro conoscenze alle iniziative sullo spreco alimentare rivolte ai consumatori, al settore dell'istruzione e ad altri soggetti che possono contribuire a sviluppare competenze e atteggiamenti positivi all'interno della propria forza lavoro e della società.

*6. Partecipare a nuove collaborazioni di ricerca ad un livello più ampio.*

Contribuire alla creazione di informazioni fresche e pertinenti, volte a prevenire lo spreco di cibo.

**Bibliografia:**

1. Alpers T, Kerpes R, Frioli M, Nobis A, Hoi KI, Bach A, Jekle M, Becker T. Impact of Storing Condition on Staling and Microbial Spoilage Behavior of Bread and Their Contribution to Prevent Food Waste. *Foods*. 2021 Jan 2;10(1):76. doi: 10.3390/foods10010076.
2. Aschemann-Witzel, Jessica, Ilona E. de Hooge, Harald Rohm, Anne Normann, Marilia Bonzanini Bossle, Alice Grønhoj, and Marije Oostindjer. 2017. "Key Characteristics and Success Factors of Supply Chain Initiatives Tackling Consumer-Related Food Waste – A Multiple Case Study." *Journal of Cleaner Production* 155: 33–45. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.173>.
3. Beretta, C., Stoessel, F., Baier, U., & Hellweg, S. (2013). Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland. *Waste management*, 33(3), 764-773. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.11.007>

4. De Laurentiis, Valeria, Carla Caldeira, and Serenella Sala. 2020. "No Time to Waste: Assessing the Performance of Food Waste Prevention Actions." *Resources, Conservation and Recycling* 161 (January). <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104946>.
5. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives (OJ L 312, 22.11.2008, pp. 3–30).
6. Faggini, M., Cosimato, S. and Parziale, A., 2021. The way towards food sustainability: some insights for pasta supply chain. *Economia Politica*, pp.1-24. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40888-021-00247-3>
7. Goryńska-Goldmann, E. (2010). Standardization of the Bakery Goods. *Journal of Agribusiness and Rural Department*. 16(2), 61-72. <https://www1.up.poznan.pl/jard/index.php/jard/article/view/774>
8. Goryńska-Goldmann, E.; Gazdecki, M.; Rejman, K.; Łaba, S.; Kobus-Cisowska, J.; Szczepanski, K. (2021). Magnitude, Causes and Scope for Reducing Food Losses in the Baking and Confectionery Industry—A Multi-Method Approach. *Agriculture*, Vol 11, 936.
9. Ju, Jian, Yunfei Xie, Hang Yu, Yahui Guo, Yuliang Cheng, He Qian, and Weirong Yao. 2020. "A Novel Method to Prolong Bread Shelf Life: Sachets Containing Essential Oils Components." *Lwt* 131. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109744>.
10. Katt, Felix, and Oliver Meixner. 2020. "Food Waste Prevention Behavior in the Context of Hedonic and Utilitarian Shopping Value." *Journal of Cleaner Production* 273. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122878>.
11. Ominski Kim, Tim McAllister, Kim Stanford, Genet Mengistu, E.G. Kebebe, Faith Omonijo, Mascos Cordeiro, Getahun Legesse and Karin Wittenberg, 2021. Using food loss and waste in animal diets addresses waste management, food security, resource and environmental challenges. <https://doi.org/10.1093/af/vfab004>
12. Poças Ribeiro, Ana, Jakub Rok, Robert Harmsen, Jesús Rosales Carreón, and Ernst Worrell. 2019. "Food Waste in an Alternative Food Network – A Case-Study." *Resources, Conservation and Recycling* 149 (November 2018): 210–19. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.05.029>.
13. Piirsalu, E., Moora, H., Väli, K., Värnik, R., Aro, K., Lillemets, J. (2022). The generation of food waste and food loss in the Estonian food supply chain. <http://www.sei.org/wp-content/uploads/2022/05/policy-brief-the-generation-of-food-waste-and-food-loss-in-the-estonian-food-supply-chain.pdf>
14. Ramírez, José Alberto, Juan Francisco Castañón-Rodríguez, and Rocío Margarita Uresti-Marín. 2021. "An Exploratory Study of Possible Food Waste Risks in

- Supermarket Fruit and Vegetable Sections.” *Food Science and Technology (Brazil)* 41 (4): 967–73. <https://doi.org/10.1590/fst.27320>.
15. Svanes, E.; Oestergaard, S.; Hanssen, O.J. Effects of Packaging and Food Waste Prevention by Consumers on the Environmental Impact of Production and Consumption of Bread in Norway. *Sustainability* 2019, 11, 43. <https://doi.org/10.3390/su11010043>
  16. Taglieri, Isabella, Monica Macaluso, Alessandro Bianchi, Chiara Sanmartin, Mike Frank Quartacci, Angela Zinnai, and Francesca Venturi. 2021. “Overcoming Bread Quality Decay Concerns: Main Issues for Bread Shelf Life as a Function of Biological Leavening Agents and Different Extra Ingredients Used in Formulation. A Review.” *Journal of the Science of Food and Agriculture* 101 (5): 1732–43. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10816>.
  17. Upasen, Settakorn, and Piyachat Wattanachai. 2018. “Packaging to Prolong Shelf Life of Preservative-Free White Bread.” *Heliyon* 4 (9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00802>.
  18. Vidal-Mones, Berta, Raquel Diaz-Ruiz, and José M. Gil. 2022. “From Evaluation to Action: Testing Nudging Strategies to Prevent Food Waste in School Canteens.” *Waste Management* 140 (January 2021): 90–99. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.01.006>.
  19. Zorpas, K. & Lazaridi A., A. (2013). Measuring waste prevention. *Waste Management*. vol.33,1047– 1056. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.12.017>
  20. Reducing food waste in the European Union – European Parliament Briefing 2020 [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/659376/EPRS\\_BRI\(2020\)659376\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/659376/EPRS_BRI(2020)659376_EN.pdf)
  21. <https://www.ordermentum.com/blog/8-tips-to-prevent-wastage-in-your-bakery>  
<https://pastryartsmag.com/general/5-ways-to-cut-down-on-waste-in-the-pastry-department/#:~:text=5%20Ways%20to%20Cut%20Down%20on%20Waste%20in,Your%20Staff%20...%204%20Maintain%20Your%20Equipment%20>



# QUESTIONARIO

## I. DOMANDE

1. Qual è la definizione di spreco alimentare nell'Unione Europea?
2. Quali sono le cause dello spreco alimentare?
3. Quali sono le fasi della filiera alimentare?
4. Quali sono le cause della degradazione della farina nella fase di stoccaggio?
5. Cosa può ridurre significativamente le perdite di produzione durante la fase di formatura e modellatura per ottenere prodotti da forno farinosi?
6. Quali sono le cause delle perdite e degli sprechi alimentari generati durante la produzione della pasta?
7. In quale fase della produzione della pasta si concentra la maggior quantità di scarti?
8. Quali sono le cause dello spreco alimentare nell'industria dei biscotti e quali sono le strategie di mitigazione più efficaci?
9. Quali sono le soluzioni per evitare gli sprechi nel processo tecnologico?
10. Quali sono le cause dello spreco alimentare nell'industria della pasticceria?
11. Quali sono i fattori responsabili della qualità della farina per evitare perdite di lavorazione in fase di stoccaggio?
12. Quali sono i fattori intrinseci responsabili della qualità della farina per evitare perdite di lavorazione in fase di stoccaggio?
13. Quali sono le cause della degradazione della farina?
14. Quali sono i metodi per ridurre la contaminazione da funghi e micotossine nelle diverse farine durante lo stoccaggio?
15. Quali sono le fasi principali del processo tecnologico di cottura?
16. Quali sono le principali cause dei difetti del pane?



17. Quali sono i fattori microbiologici che limitano la conservabilità dei prodotti da forno?
18. Quali sono le specie più comuni che causano il deterioramento batterico delle materie prime per i prodotti da forno?
19. Cosa sono i bioconservanti? Per favore fai un esempio.
20. Quali sono i possibili contaminanti presenti nei biscotti derivanti da materie prime/macchinari, processo di cottura e conservazione?
21. Elencare i contaminanti dei biscotti che possono provenire dalle materie prime/attrezzature, dal processo di cottura e dalla conservazione.
22. Qual è il contenuto massimo di acrilammide stabilito per i prodotti da forno?
23. Quali sono i difetti che si riscontrano nella fase di lavorazione dei biscotti?
24. Quali sono le cause dei difetti derivanti dal processo tecnologico dei biscotti?
25. Quali metodi si possono utilizzare per prevenire la contaminazione dei cereali e ridurre le micotossine nelle materie prime?
26. Quali sono le problematiche che devono presentarsi affinché i biscotti vengano rifiutati e considerati rifiuti?
27. Quali sono le cause dello spreco alimentare nel settore della produzione di prodotti da forno e dolciari?
28. Dove sono evidenziati i punti di recupero degli scarti alimentari durante la lavorazione dei prodotti farinacei?
29. Quali sono le cause degli sprechi alimentari durante la preparazione e la lavorazione dell'impasto per ottenere prodotti farinacei?
30. Quali sono le cause dello spreco alimentare durante la cottura e il confezionamento dei prodotti farinacei?
31. Quali sono le cause degli sprechi alimentari durante le operazioni di spedizione (stoccaggio) e trasporto dei prodotti farinacei?
32. Quali sono le caratteristiche e i ruoli del packaging attivo?
33. Quali sono le caratteristiche e i ruoli del packaging intelligente?

34. Quali sono le fasi e le tipologie delle perdite e degli sprechi alimentari generati durante la produzione della pasta?
35. Quali sono le cause delle perdite e degli sprechi alimentari generati durante la produzione della pasta?
36. Quali sono le possibili destinazioni delle perdite e degli sprechi alimentari della filiera della pasta?
37. Quali sono le azioni che possono essere intraprese quando le perdite e gli sprechi alimentari vengono rimossi dalla catena di approvvigionamento alimentare?
38. Quali metodi di quantificazione possono essere utilizzati per le perdite e gli sprechi alimentari?
39. Quali sono i principi per ridurre gli sprechi alimentari nell'industria dei prodotti farinacei?
40. Quali sono le due diverse fasi del processo che distinguono la perdita e lo spreco alimentare?
41. Cos'è lo "spreco alimentare"?
42. Cos'è la filiera alimentare?
43. Quali potrebbero essere le misure per attuare il controllo degli sprechi alimentari lungo la catena di trasformazione e distribuzione degli alimenti?
44. Quali potrebbero essere i fattori determinanti più importanti nella qualità della pasta?
45. Quali sono le principali cause di perdita e spreco alimentare nell'industria della pasticceria?
46. Quali potrebbero essere le misure per prevenire e ridurre gli sprechi alimentari nell'industria della pasticceria?
47. Quali sono i 5 settori della filiera alimentare?
48. In quali settori si verificano gli sprechi alimentari nei paesi industrializzati?
49. In quali settori si verificano gli sprechi alimentari nei paesi in via di sviluppo?

## II. RISPOSTE

1. Qualsiasi sostanza alimentare, cruda o cotta, che viene scartata o destinata o di cui è necessario eliminare.
2. a) differiscono a seconda della fase della filiera alimentare;  
b) differiscono a seconda del tipo di prodotto e del luogo in cui viene sprecato il cibo.
3. Produzione agricola, movimentazione e stoccaggio, lavorazione, distribuzione, consumo
4. a) Condizioni di conservazione inadeguate  
b) Umidità inadeguata e assenza di ventilazione;  
c) Posizionamento improprio dei sacchi di farina;  
d) Grado di infestazione.
5. Un controllo più efficiente dei parametri tecnologici (riguardanti la manipolazione dell'impasto e la valutazione della sua temperatura e acidità.
6. Coltivazione, molitura, produzione della pasta, vendita al dettaglio, consumo.
7. La maggior quantità di rifiuti si concentra nella fase di consumo, soprattutto nelle abitazioni.
8. a) Le materie prime sono le principali fonti di un'ampia gamma di contaminanti;  
b) L'impiego di diverse tecnologie di cottura per ridurre il carico termico è una delle strategie di mitigazione più efficaci.
9. a) Per evitare la formazione di schiuma, la temperatura del forno deve essere controllata in modo che inizialmente non sia molto elevata e la temperatura superficiale dovrebbe aumentare gradualmente;  
b) Per evitare di ottenere biscotti scoloriti è necessario aumentare il contenuto di zucchero;  
c) Per evitare la rottura dei biscotti è opportuno ridurre la quantità di agente lievitante. The most common causes of losses in raw materials are signs of spoiling, moulding and impurities, all possibly caused by improper storage and handling or poor quality of raw materials. Also, bad hygiene and poor pest control are reasons for spoilage of ingredients during the storage.
10. I fattori responsabili del mantenimento della qualità della farina al fine di ridurre le perdite nella fase di lavorazione e conservazione sono:

fattori impliciti, fattori intrinseci, fattori estrinseci, fattori di lavorazione.

11. I fattori intrinseci sono: attività dell'acqua, natura del substrato, nutrizione minerale, composizione dei nutrienti.
12. Le cause della degradazione della farina sono:
  - Condizioni di conservazione inadeguate, umidità inadeguata e mancanza di ventilazione
  - Posizionamento improprio dei sacchi di farina
  - Il grado di infestazione della farina
  - Contaminazione con muffe e micotossine
13. Tra i metodi per ridurre la contaminazione con muffe e micotossine delle varie farine durante lo stoccaggio possiamo elencare: aria calda, trattamento chimico, pulsazione, plasma freddo a pressione atmosferica, riscaldamento a radiofrequenza (rf), pastorizzazione, trattamento con vapore sotto vuoto, irradiazione, radiazioni ultraviolette combinate con ozono, irradiazioni a radiofrequenza, cottura in forno elettrico.
14. Il processo tecnologico di cottura è il seguente: preparazione e dosaggio delle materie prime e ausiliarie, preparazione dell'impasto, lavorazione dell'impasto, spezzatura, modellatura, fermentazione, cottura e raffreddamento del pane.
15. Le principali cause dei difetti del pane sono:
  - Farina di scarsa qualità
  - Farine non mature o di grano nuovo.
  - Farine a basso contenuto di enzimi e soprattutto di amilasi.
  - Farina di grano arso con proteine del glutine denaturato
  - Farine senza glutine di scarsa qualità. Farine con glutine forte
  - Farine senza glutine di scarsa qualità. Farine con glutine debole
  - Lievito di scarsa qualità
  - Cottura del pane a temperatura troppo elevata (in forno "veloce")
  - Cottura del pane a temperatura troppo bassa (in forno morbido)
  - Conservazione del pane in file vicine o sovrapposte
  - Trasportare il pane caldo o posizionarlo in file vicine o sovrapposte
16. Esistono tre tipi di deterioramento batterico che possono influenzare la durata di conservazione dei prodotti batterici: deterioramento batterico, deterioramento da lieviti e deterioramento da muffe.
17. Le specie più comuni che causano deterioramento batterico sono *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium* e *Bacillus cereus*.

18. I bioconservanti sono microrganismi e i loro metaboliti utilizzati per prevenire il deterioramento e prolungare la durata di conservazione degli alimenti). Quelli di particolare interesse sono i batteri lattici (LAB).
19. - Fisico: corpi estranei  
 - Chimico: pesticidi, metalli pesanti, ecc.  
 - Biologico: micotossine  
 - Altri durante la cottura: furano, acrilammide, ecc.
20. Vetro, plastica, fili tessili, legno, carta e metallo sono alcuni dei corpi estranei più tipici che potrebbero contaminare i biscotti.
21. Il contenuto massimo di acrilammide stabilito per i prodotti da forno è 350 µg/kg, secondo il Regolamento 2158/2017.
22. Difetti che si verificano nella fase di lavorazione dei biscotti sono: rotture, bolle, fuoriuscita di crema, consistenza dura, restringimento, guscio rovesciato, allargamento.
23. La temperatura davanti al forno è troppo alta, soprattutto in superficie  
 - L'impasto è troppo elastico.  
 - La ricetta contiene una quantità minore di zucchero.  
 - Tempo di impasto della farina insufficiente o eccessivo  
 - La quantità di agente lievitante nella ricetta è troppo piccola o eccessiva  
 - La quantità di zucchero e olio nella ricetta è piccola  
 - I biscotti sono troppo gonfi e troppo larghi  
 - La quantità di amido e di biscotti sbriciolati negli ingredienti è eccessiva
24. Luce UV, ozono o pulsata
25. Comparsa di muffe, insetti o aracnidi in qualsiasi forma di sviluppo;  
 - Aspetto di gusto e odore estranei (rancido, amaro, ammuffito, senza scricchiolii dovuti ad impurità minerali);  
 - Sono ammessi nella misura massima del 10% cracker con superficie ruvida, con bruciature, bolle o vuoti;
26. a) requisiti igienico-sanitari;  
 b) guasti tecnici.
27. Produzione e lavorazione di prodotti intermedi e impasti;  
 - Porzionamento e formazione dell'impasto;  
 - Cottura al forno;  
 - Imballaggio personalizzato;  
 - Spedizione (stoccaggio);  
 - Trasporto proprio.

28. a) Inadeguata organizzazione dell'ambiente in cui vengono realizzati i prodotti da forno e dolciari;  
b) Impurezze secondarie;  
c) Fattore umano;  
d) Mancata vigilanza su macchinari e attrezzature;  
e) Condizioni improprie di produzione di prodotti da forno e dolciari  
f) Gestione impropria del processo produttivo.
29. a) Funzionamento improprio del forno, mancata supervisione dell'apparecchio;  
b) Mancata vigilanza sui macchinari e sulle attrezzature di imballaggio;  
c) Errori e negligenze dei dipendenti durante le attività di imballaggio sfuso.
30. a) Sopravvalutazione degli ordini;  
b) Mezzi di trasporto impropri, inadatti al trasporto di derrate alimentari, privi di autorizzazione sanitaria;  
c) Inadeguato stato igienico-sanitario del mezzo di trasporto.
31. a) Prolungamento della durata di conservazione;  
b) Migliorare la sicurezza alimentare;  
c) Migliorare le proprietà sensoriali;  
d) Mantenimento della qualità degli alimenti;  
e) Offrire migliori prestazioni di imballaggio aggiungendo additivi specifici nel materiale di imballaggio.
32. a) Estensione della durata di conservazione;  
b) Migliorare la sicurezza alimentare;  
c) Migliorare le proprietà sensoriali;  
d) Mantenimento della qualità degli alimenti;  
e) Offrire migliori prestazioni di imballaggio aggiungendo additivi specifici nel materiale di imballaggio.
33. a) Prolungare la durata di conservazione;  
b) Migliorare la sicurezza e la qualità;  
c) Fornisce informazioni sul prodotto;  
d) Avverte possibili problemi;  
e) Offrire una migliore possibilità di tracciare gli articoli critici, controllare la qualità del prodotto e fornire informazioni più dettagliate durante tutta la catena di approvvigionamento alimentare (stoccaggio, trasporto, distribuzione e vendita) mediante etichette, incorporate o stampate sulle confezioni degli alimenti.
34. a) Coltivazione (perdite di campi);

- b) Macinazione (coprodotti del grano, scarti);
  - c) Produzione di pasta (scarti di produzione, scarti di pasta);
  - d) Commercio al dettaglio (pasta invenduta);
  - e) Consumi (rifiuti).
- 35.** a) Guasto alla mietitrebbiatrice;
- b) Fresatura;
  - c) Prepulitura del grano;
  - d) Pulizia delle attrezzature;
  - e) Trasporto, imballaggio;
  - f) Pasta rovinata;
  - g) Preparazione, porzioni troppo grandi, sgradevole dal punto di vista sensoriale.
- 36.** a) Scarti di produzione della pasta destinati a compostaggio, mangimi, banchi alimentari;
- b) Vendita al dettaglio (pasta invenduta o danneggiata) per mangimi, banchi alimentari, produzione di acido lattico (bioraffineria).
- 37.** a) Ridistribuzione del cibo per il consumo umano;
- b) Valorizzazioni alimentari;
  - c) Cambiamento del comportamento dei consumatori;
  - d) Miglioramento dell'efficienza della catena di fornitura;
  - e) Governance per la prevenzione dello spreco alimentare.
- 38.** a) Pesatura e conteggio diretti;
- b) Determinazione del volume;
  - c) Analisi della composizione dei rifiuti;
  - d) Documenti, diari, indagini;
  - e) Bilancio di massa;
  - f) Modellazione;
  - g) Dati delegati.
- 39.** Quali sono i principi per ridurre gli sprechi alimentari nell'industria dei prodotti farinacei?
- a) Lavorare insieme;
  - b) La catena del valore richiede maggiore cooperazione;
  - c) Incoraggiare la trasparenza e la condivisione lungo la catena del valore;
  - d) Il pensiero olistico è essenziale;
  - e) Instillare titolarità e incentivi per ridurre lo spreco alimentare in tutta l'azienda;
  - f) è necessario il sostegno dei consumatori;
  - g) Comunicare con i consumatori più frequentemente;

- h) Comunicare con le autorità;
  - i) Condividere la conoscenza;
  - j) Partecipare a nuove collaborazioni di ricerca a un livello più ampio.
- 40.** Le perdite alimentari si verificano lungo la catena di approvvigionamento alimentare, dal raccolto/macellazione/cattura fino al livello delle vendite, escluso. Lo spreco alimentare avviene a livello di vendita al dettaglio e di consumo.
- 41.** I rifiuti alimentari sono tutti gli alimenti e le parti non commestibili degli alimenti rimossi dalla catena di approvvigionamento alimentare per essere recuperati o smaltiti (compresi compostaggio, colture arate/non raccolte, digestione anaerobica, produzione di bioenergia, cogenerazione, incenerimento, smaltimento in fognatura, in discarica o scaricato in mare).
- 42.** La filiera alimentare è l'insieme connesso di attività utilizzate per produrre, trasformare, distribuire e consumare cibo. La filiera alimentare inizia quando le materie prime alimentari sono pronte per entrare nel sistema economico e tecnico per la produzione alimentare o il consumo interno.
- 43.** Le misure potrebbero essere:
- a) Utilizzo dei rifiuti come fertilizzante
  - b) Donazioni
  - c) Valorizzazione dei sottoprodotti internamente o tramite marketing (ad esempio, incorporazione in altri prodotti, mangimi per animali)
  - d) Commercializzazione di prodotti a prezzo ridotto
  - e) Raccolta selettiva
  - f) Rifiuti da prendere in consegna da parte di un'impresa di neutralizzazione
  - g) Ottimizzazione della produzione attraverso nuove tecnologie o gestione delle forniture.
- 44.** I determinanti più importanti sono:
- a) Qualità della materia prima
  - b) Processo produttivo (parametri ottimali, tempi, temperature, controlli)
  - c) Ricette (materia prima, miscele ottimali, temperature, additivi)
- 45.** Quali sono le principali cause di perdita e spreco alimentare nell'industria della pasticceria? Ecco le principali cause di perdite e sprechi alimentari nell'industria della pasticceria:
- a) Perdita di freschezza e preferenza del cliente



- b) Breve durata di conservazione dei prodotti di pasticceria non permanente
  - c) Ingredienti deperibili (panna, frutta fresca, carne, ecc.)
  - d) Errori umani nella produzione (misurazione non corretta degli ingredienti o deviazione dallo schema tecnologico)
- 46.** Le misure per prevenire e ridurre il consumo alimentare nell'industria della pasticceria sono:
- a) Roba ben informata e addestrata
  - b) Ridurre i cambi sulla linea
  - c) Corretta manutenzione dell'attrezzatura
  - d) Standard igienico-sanitari adeguati
  - e) Innovazioni del packaging per prolungare la durata di conservazione
- 47.**
- a) Produzione agricola
  - b) Gestione e conservazione
  - c) Trattamento
  - d) Distribuzione
  - e) Consumo
- 48.** Per quanto riguarda i paesi industrializzati, la maggior parte degli sprechi alimentari avviene nelle fasi finali, ovvero nelle fasi di distribuzione e consumo, principalmente a causa della sovrabbondanza di cibo prodotto.
- 49.** Nei paesi in via di sviluppo, lo spreco dovuto alla scarsità di cibo si verifica soprattutto nelle fasi iniziali, a causa della mancanza di tecnologie agricole avanzate, di sistemi di trasporto e infrastrutture efficienti (ad esempio: mantenimento ininterrotto a bassa temperatura) e della possibilità di stoccaggio sicuro degli alimenti.

Finito di stampare nel mese di Febbraio 2024 da  
Universal Book s.r.l.  
Rende (CS)