

# **Tecniche di sotto campionamento per la formazione delle aliquote di legge e per la riduzione del campione di laboratorio.**

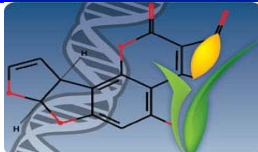
**Corso "OGM: problematica, campionamento e risvolti analitici"  
1 luglio 2015 IZSVe, Legnaro Pd**

**Roberta Onori**

**ISTITUTO SUPERIORE DI SANITA'  
REPARTO OGM E XENOBIOTICI DI  
ORIGINE FUNGINA  
Roberta.onori@iss.it**

# Sommario

- **Linee guida per la preparazione del campione**
- **Teoria del campionamento TOS**
- **Applicazioni al controllo ufficiale OGM**





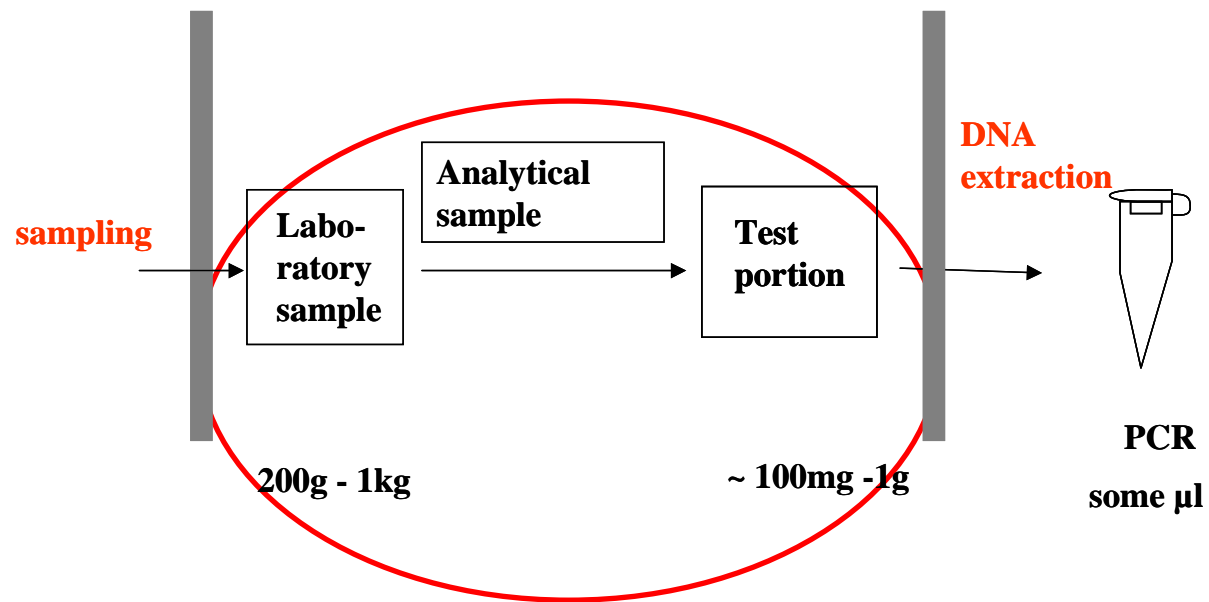
# Guidelines for sample preparation procedures in GMO analysis

Prepared by the

ENGL *ad hoc* working group on “sample preparation procedures”



# Precedure utilizzate per la riduzione (sub-sampling) ed omogeneizzazione a partire dal campione di laboratorio fino ad ottenere l'aliquota da saggio



Link ENGL:

<https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/guidelines-sample-preparation-procedures-gmo-analysis>



# Documenti di riferimento

*'Animal feeding stuffs - Guidelines for sample preparation' ISO 6498:2012*

**Rivisto ed ampliato per l'applicazione  
al settore analitico OGM**

***CEN/TS 15568:2006 (E) ISO 24276:2006***

***Rec. (EC) No 787/2004***

***Regulation (EC) No 619/2011***



# The ultimate summary of TOS: 3 principles and 4 practical procedures

- Heterogeneity Characterization
- Variography (1-D characterisation)
- Lot Dimensionality Reduction

Normally used once  
in planning /  
optimization of a  
sampling process

- Mixing / blending
- Particle Size Reduction
- Composite Sampling
- Representative Mass Reduction

Used as active steps  
in the sampling  
process (often used  
several times)



# Principio generale

## Teoria del campionamento TOS

**Errore legato alle caratteristiche del campione da analizzare**

**Errore legato alla riduzione del campione (sub-sampling)**

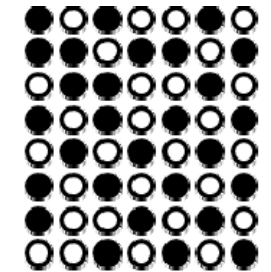
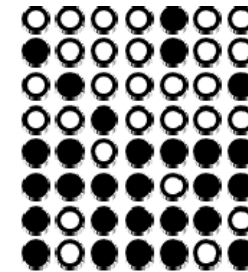
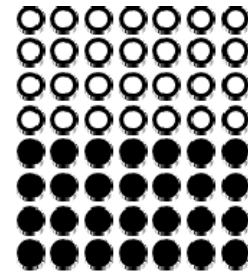
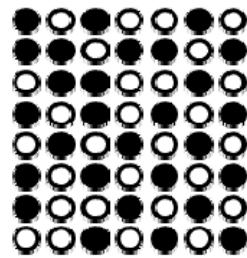
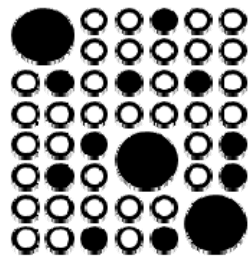
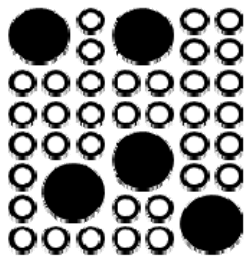




# Errore legato alle caratteristiche del campione da analizzare

Disomogeneità costituzionale

Distribuzione eterogenea



Constitutional heterogeneity

Distributional heterogeneity

macinazione

mescolamento



# Esempi di disomogeneità costituzionale

Mangimi composti es fioccati



Muesli

Insalate miste



# Esempi di distribuzione eterogenea

Micotossine contaminazione a sacche

OGM distribuzione stratificata in funzione della storia del lotto o proveniente da sacche di contaminazione



# Sotto - campionamento

La riduzione del campione deve essere effettuata in modo rappresentativo

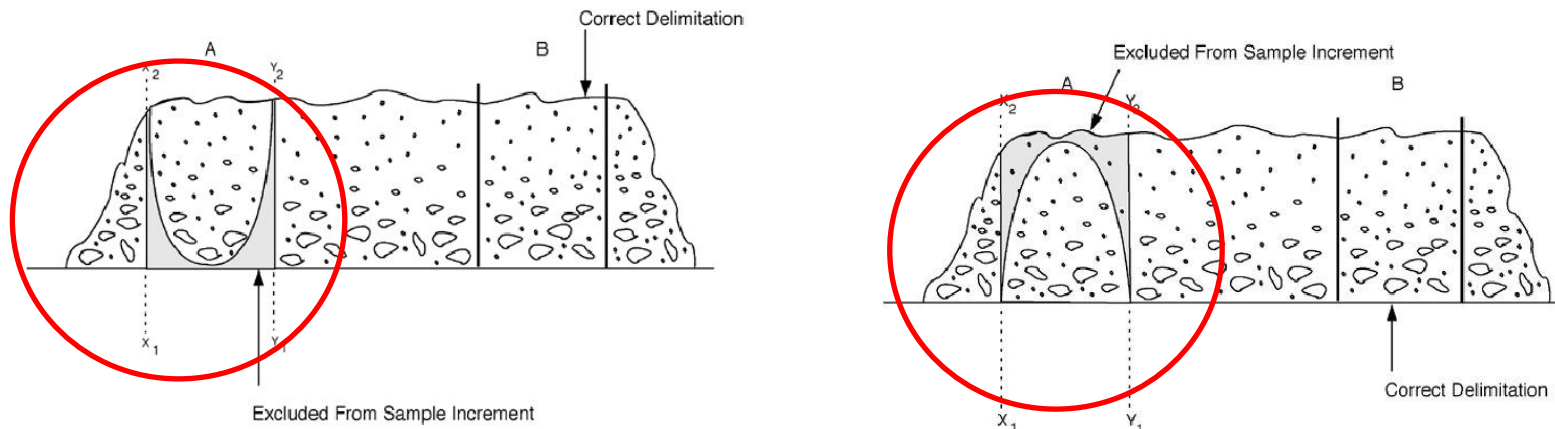
- **metodi di riduzione del campione idonei**
- **attrezzature idonei ad ottenere un campionamento rappresentativo**



# Errore legato alla riduzione del campione

Derivante dalle attrezzature utilizzate per:

➤ Selezionare e prelevare gli incrementi



L'utilizzo di attrezzature non idonee per prelevare i campioni può determinare una selezione non corretta dell'incremento che comporta una discriminazione tra le frazioni che compongono il campione.

Alcune frazioni possono essere:

sovrarappresentate o sotto rappresentate



# Attrezzature

## Incorrect Design

Spatula



Flat without edges:  
material segregates  
when falling off  
each side

Scoop



Round shape: material at the  
top of a flattened sample  
has more chance to be part of an  
increment than the material  
at the bottom

Shovel



Round shape: material at the  
top of a flattened sample  
has more chance to be part of an  
increment than the material  
at the bottom

## Correct Design

Spatula



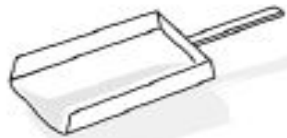
Square edges prevent  
material from falling  
off each side

Scoop



Square shape: all material  
has the same chance to be  
part of the increment

Shovel



Square shape: all material  
has the same chance to be  
part of the increment

## Utensili per il campionamento

### - Cucchiaini, spatole e pale

Per evitare errori nella selezione degli incrementi è necessario utilizzare attrezzature con bordo quadrato



# Procedure di sotto - campionamento

Una riduzione dell'errore può essere ottenuta utilizzando in modo corretto le seguenti procedure per ridurre la massa del campione:

Composite subsampling (or incrementing)

Comminution (riduzione delle dimensioni delle particelle)

Mixing/blending

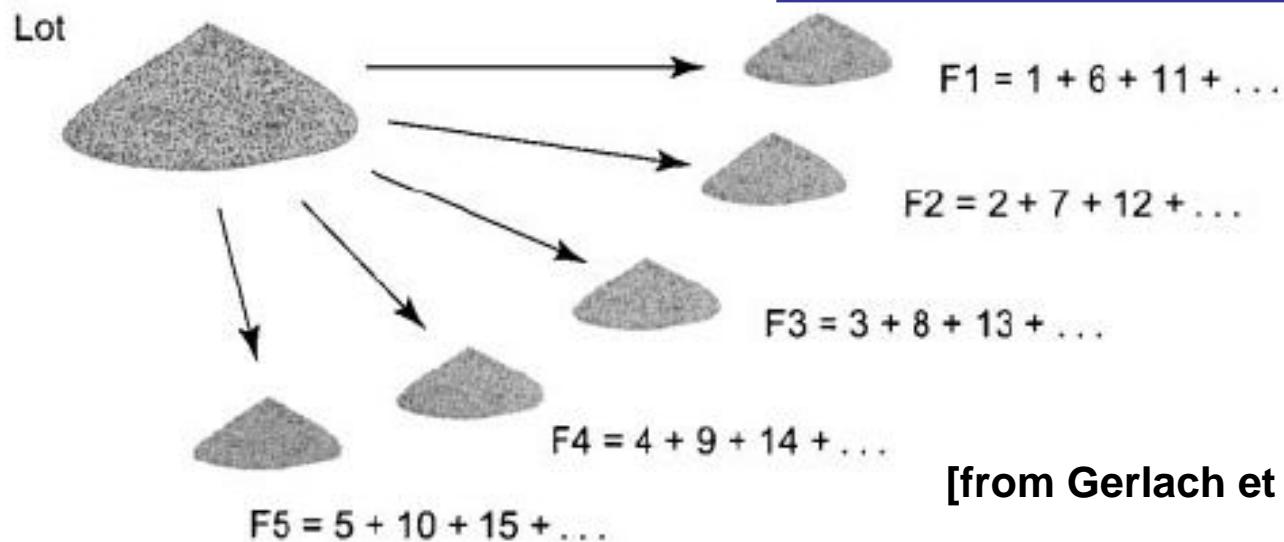
**Limitano gli errori legati alle caratteristiche del campione da analizzare.**



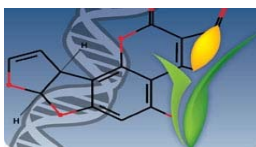
- fractional shovelling (10-30 scoops per pile)
- alternate shovelling = fractional shovelling with two piles

The technique consists in scooping the material and depositing it in an alternating way between two or more reservoirs/piles

Pile F1 gathers material scooped during step 1, 6, 11 and possible further steps

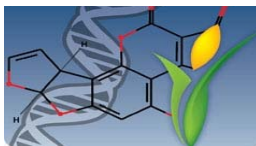
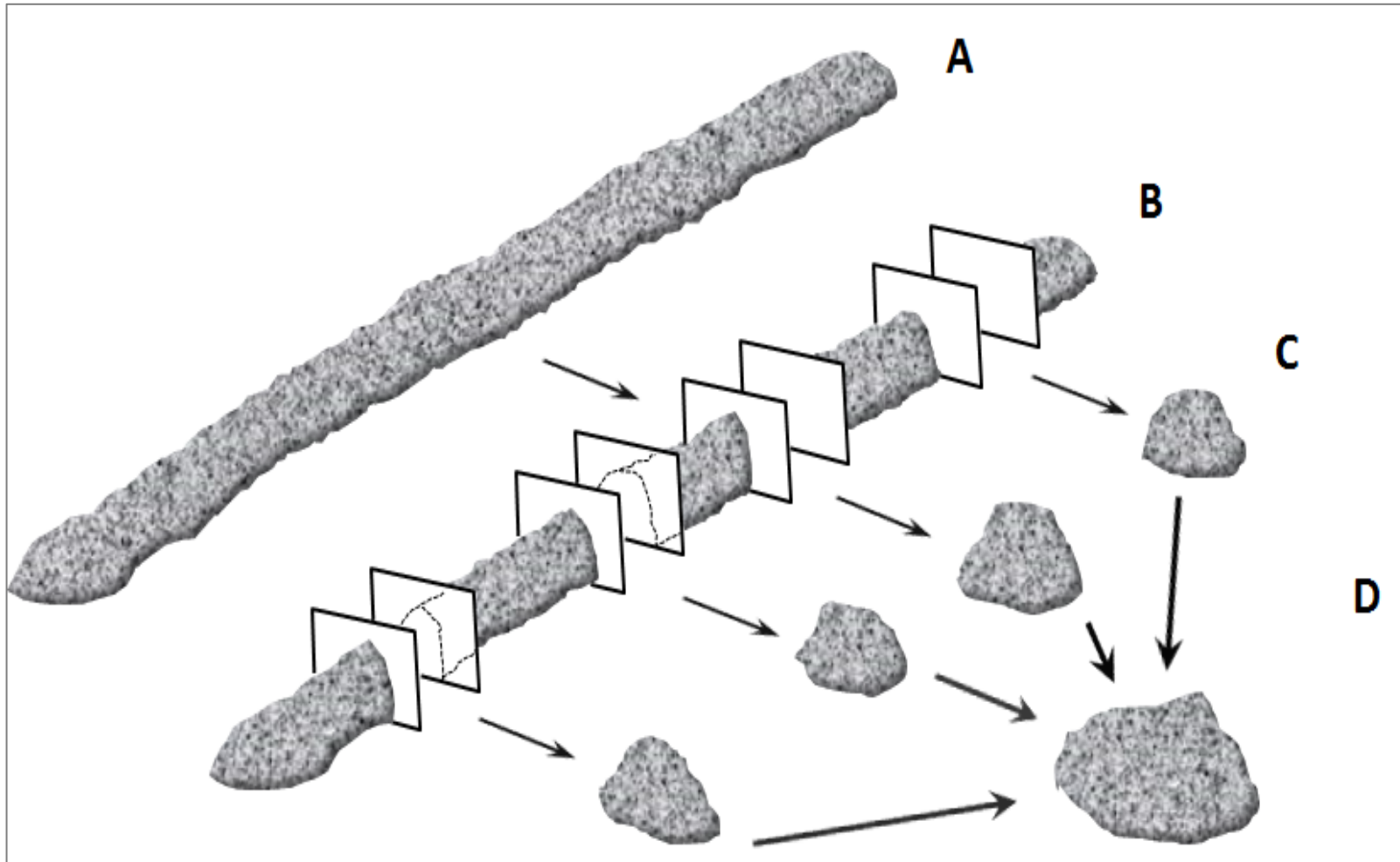


[from Gerlach et al. (2002)]





# Long pile method

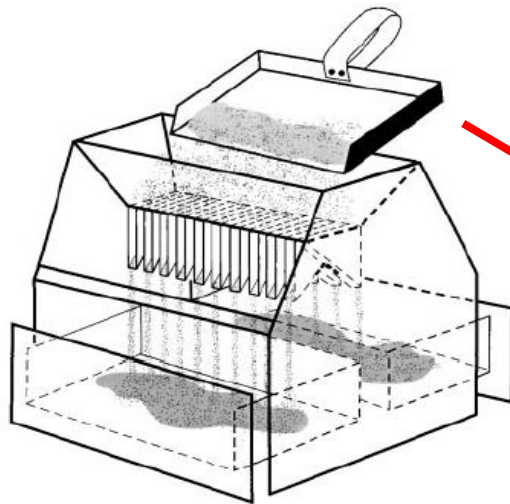


Il numero di incrementi deve essere scelto in base all'ordine di grandezza dell'errore che si vuole accettare ed in base alle caratteristiche del campione

**Come regola generale si raccomanda di prelevare almeno 10 incrementi quando non si hanno informazioni sull'eterogeneità del campione.**



# Procedure di sotto - campionamento



[from Gerlach et al. (2002)]



# Macinazione

## Coarse grinding (or pre-grinding)

- Quando un campione è formato da blocchi o le sue particelle hanno dimensioni superiori a **6 mm** **tutto il campione di laboratorio** dovrebbe essere **pre-macinato**



Per questo step può essere utilizzato un sistema di macinazione:

- in grado di permettere la macinazione di grandi quantitativi di campione
- Non è richiesto ottenere particelle con piccole dimensioni



## Annex II

### Examples of grinders used by laboratories involved in GMO

Brand (of the grinder)	Retsch	Retsch	Vorwerk
Type	ZM200	Grindomix GM200	Thermomix 21
Maximal capacity that can be ground at once (in grams unless other unit used)	Up to 300 ml with standard cassette (4500 ml with cyclone)	Up to 700 ml	2000 (depending on mass and volume)
Number of laboratories using this equipment	5 (7)*	3	1
Is there any integrated system for size control of particles?	<u>Yes (due to sieve)</u>	No	No
Easiness of cleaning When a sample is ground. How long does it take to have all cleaned and ready for the next sample?	Difficult 15-60 min (depending of the mesh-size, material used); Time reduction when using extra containers/sieves and rotors	Medium 10 minutes Time reduction when using extra blades and bowls	Simple 1-5 min (pot, lid, blade) Time reduction when using extra pots/blades and dishwasher
Are there matrices that do not fit?	Oily and fatty material (e.g. linseed), depending on the mesh-size (difficult with sieves below 1 mm); Particles of sample should not exceed 10 mm.); Not suitable for very hard material as well as pasty material	Not suitable for very hard material	Soft/elastic material (e.g. fresh leaves)
Additional remarks (if any)	Additional mixing step necessary when using cyclone; Can reach a final fineness of < 40 µm Use of an ultrasonic cleaner helps to wash the sieves	Can generally reach a final fineness of < 300 µm	Minimum quantity/volume of material necessary

## Annex II

### Examples of grinders used by laboratories involved in GMO

Brand (of the grinder)	IKA	IKA	Maxi Grinder	Waring
Type	A11 basic	M20	Solo	Blender, 1, 2 and 4l capacities
Maximal capacity that can be ground at once (in grams unless other unit used)	250 (depending on mass and volume)	500 (depending on mass and volume)	2000 (depending on mass and volume)	From 200 to 2000 according to the capacity
Number of laboratories using this equipment	1	1	1	1
Is there any integrated system for size control of particles?	No	No	No	No
Easiness of cleaning When a sample is ground. How long does it take to have all cleaned and ready for the next sample?	Simple 3-5 min	Medium 5-10 min	Simple 3-5 min  Time reduction when using extra containers/blades and dishwasher	Medium 10 min
Are there matrices that do not fit?	Soft/elastic material (e.g. fresh leaves)	Soft/elastic material (e.g. fresh leaves)	Soft/elastic material (e.g. fresh leaves)	Matrices with high content of fat are difficult to grind; the grinding speed must be decreased
Additional remarks (if any)	Fit for small quantities	/	Challenging handling, minimum quantity/volume of material necessary	In order to facilitate the work, several blades and bowls are needed

# Macinazione

La scelta del sistema di macinazione deve essere effettuata in base a:

- Requisiti di granulometria del campione (se previsti)
- Necessità di mantenere l'integrità del campione

## Esempi pratici

Mulini con un sistema di setacci integrato sono in grado di consentire il controllo delle dimensioni delle particelle indipendentemente dalla matrice da macinare

- Quando si effettuano step successivi di macinazione è consigliabile utilizzare un fattore 4 per la scelta delle dimensioni dei setacci ad esempio per la soia prima macinazione 2 mm seguita da 0.5 mm;



# Tecniche di mescolamento

## Esempi pratici

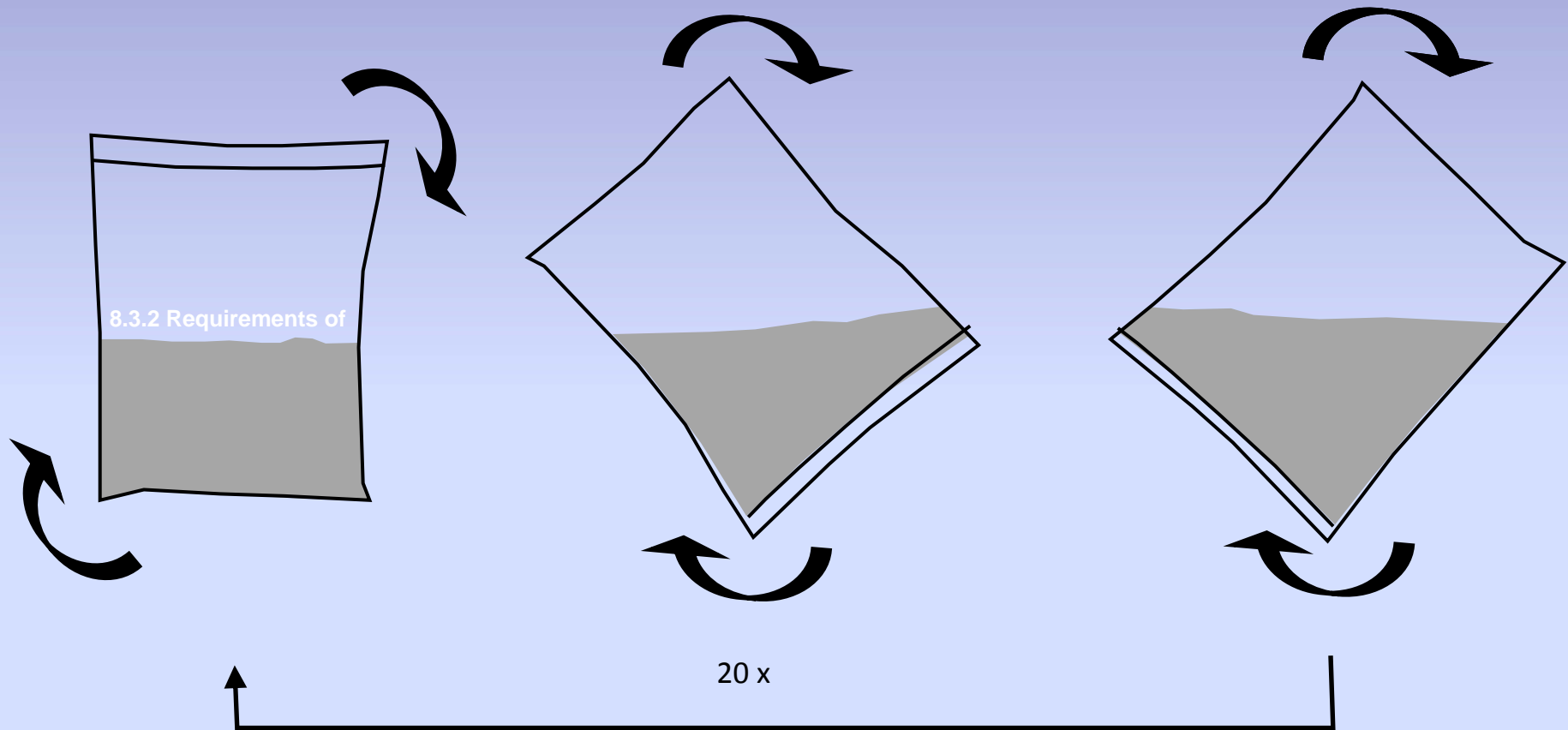
While mixing may be possible in some cases, it might actually promote **segregation** in other cases.. This is especially true **for material with diverging particle sizes and densities.**

Unacceptable technique for dry, ground material is **shaking a sample container when the jar is full or almost completely filled.** The material at the bottom of the container is not properly mixed in and the stirring might have actually **promoted segregation** thus enlarging the mass reduction error. It is recommended to leave at least one third of open space in the jar.





# Omogeneizzazione per mescolamento: tecnica della busta



# Tecniche suggerite per alcune matrici particolari

## Campioni viscosi

Il riscaldamento a 40-60°C migliora l'omogeneità e di conseguenza la rappresentatività dei campioni viscosi ( es. miele e lecitine).

## Campioni liquidi

I campioni liquidi sono generalmente considerati omogenei (Ministero della Salute 2012). Possono però esserci delle eccezioni: per l'olio è consigliato il metodo descritto da Costa (Costa et al.2010) che prevede una centrifugazione a circa 18.000 g per 30 min, seguita da estrazione su pellet.

## Tessuti di origine vegetale

Due differenti procedure sono applicabili: l'uso dell'azoto liquido seguito da frantumazione del materiale con un pestello; congelamento (più di un giorno) seguito da macinazione del campione.

## Matrici semisolide

Per alcune matrici semisolide con meno dell'85% di materia secca (es. foraggio, pane fresco) è necessario disidratare parzialmente prima della macinazione, utilizzando un forno con ricircolo di aria o un microonde. E' importante mantenere la temperatura sotto i 55-60 °C per ridurre al minimo la degradazione del DNA.



# Aliquota da saggio

**Mescolamento del campione di laboratorio o del campione ridotto prima della pesata dell'aliquota da saggio**

it is advisable to homogenise this sample by **agitation** of the jar in which it was kept (hence requiring at least one third of available volume) before the uptake of the test portion. **Special equipment** (e.g. tumbler mixer) can be used for this purpose.



The test portion **uptake** is generally done using **grab sampling**, since care has been taken to prepare a homogeneous test sample: grab sampling at this level is generally deemed acceptable.



# Dimensioni dell'aliquota da saggio

## Minimum mass of test portion

Theoretical calculations of the minimum mass of the test portion: **expected relative standard deviation (RSD)** linked to the **maximum particle size** (assumed density of 1 g/cm<sup>3</sup>) - data adapted from ISO/FDIS 6498:2011. The yellow cells are those compatible with common sample intakes for DNA extraction (maximum 5 g).

FSE (expected RSD) Maximum particle size (d)	25%	20 %	10 %	5 %	2 %	1 %
0.5 mm	0.02 g	0.03 g	0.13 g	0.5 g	3 g	12.5 g
0.75 mm	0.07 g	0.1 g	0.42 g	1.7 g	10.5 g	42 g
1 mm	0.16 g	0.25 g	1 g	4 g	25 g	100 g
2 mm	1.28 g	2 g	8 g	32 g	200 g	800 g
3 mm	4.3 g	6.7 g	27 g	108 g	672 g	2688 g
4 mm	10.2 g	16 g	64 g	256 g	1600 g	6400 g



# Sistemi di pulizia

**Pennelli e spazzole per la pulizia di mulini e**

**Aria compressa**

**Aspirapolveri**

**Bagni ad ultrasuoni per la pulizia di setacci**

**Soluzioni per la decontaminazione delle superfici**

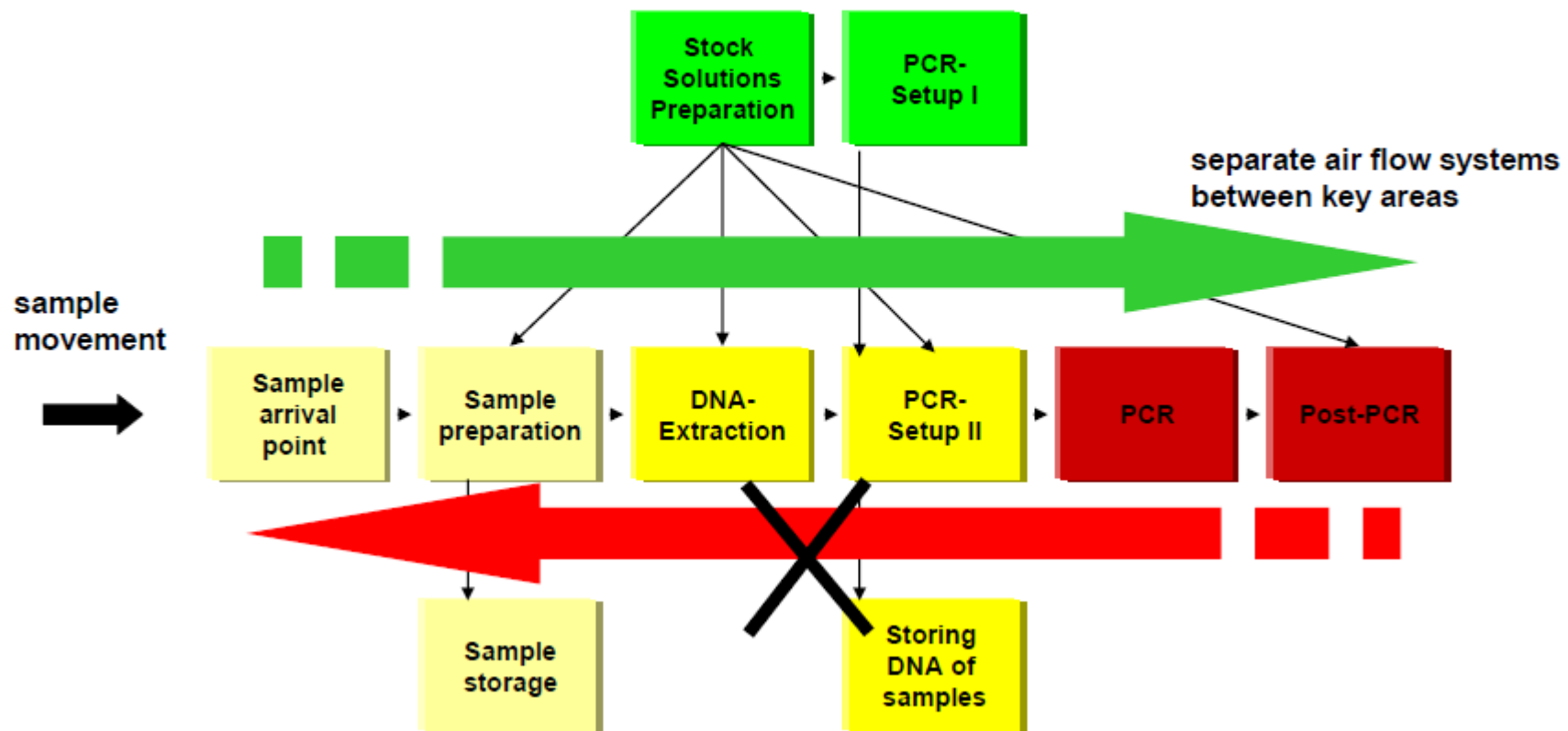


# Gestione della cross-contaminazione

Ambienti di laboratorio

ISO Standard 24276:2006,

## Forward-Flow-System



# Gestione della cross-contaminazione

## Sistemi di prevenzione e di sicurezza

- sistema di ventilazione durante le operazioni che determinano la formazione di polveri
- aspirapolveri per limitare la polvere nelle cappe e negli ambienti di lavoro,
- Sistemi di protezione dall'inalazione di polvere soprattutto durante la macinazione di semi trattati con fitofarmaci o di piante potenzialmente allergeniche es. soia.



# Controlli di qualità

## Verifica dell'efficienza dei mulini

Per i sistemi di macinazione con setacci è consigliato effettuare su base annuale test di performance verificando che almeno l'80 % delle particelle ottenute abbia un diametro inferiore alla metà della dimensione del setaccio (riso o grano)

## Verifica del controllo della contaminazione

Analisi di campioni negativi dopo il trattamento di campioni positivi con un contenuto di OGM superiore al 5% previo utilizzo delle normali procedure di pulizia del sistema di macinazione.

Una specie per cui non esistono varietà commerciali GM ad esempio il grano può essere utilizzata come campione negativo.





# Controlli di qualità

## Rappresentatività dell'aliquota da saggio

Le dimensioni dell'aliquota da saggio per l'analisi di OGM sono ridotte (5 g-200 mg) è importante quindi verificare che l'associazione tra le dimensioni dell'aliquota ed i sistemi di macinazione utilizzati siano in grado di garantire una sufficiente rappresentatività del campione nell'aliquota analizzata.



# The LOD/LOQ of the whole analytical process

Grind **three different samples**, each consisting of **one GM kernel in n kernels of the same non GM species**. Or different species of similar size (e.g. maize and soy, tomato and rapeseed, wheat and barley).

From each grinding, **perform 6 DNA extractions, 18 extractions** in total.

Then perform a PCR (targeting either the GM event or the other plant species) on the 18 extractions. If they are **all positive** then  $1/n$  will be the limit of detection of the whole analytical process.

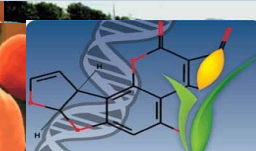
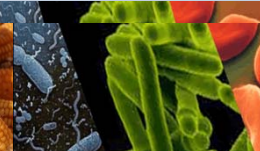
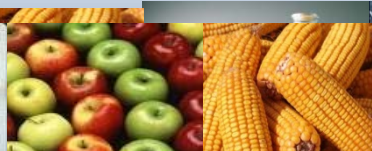
grinding

grinding

grinding

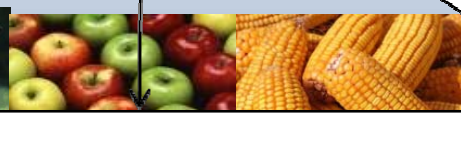
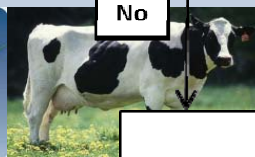
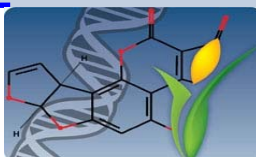
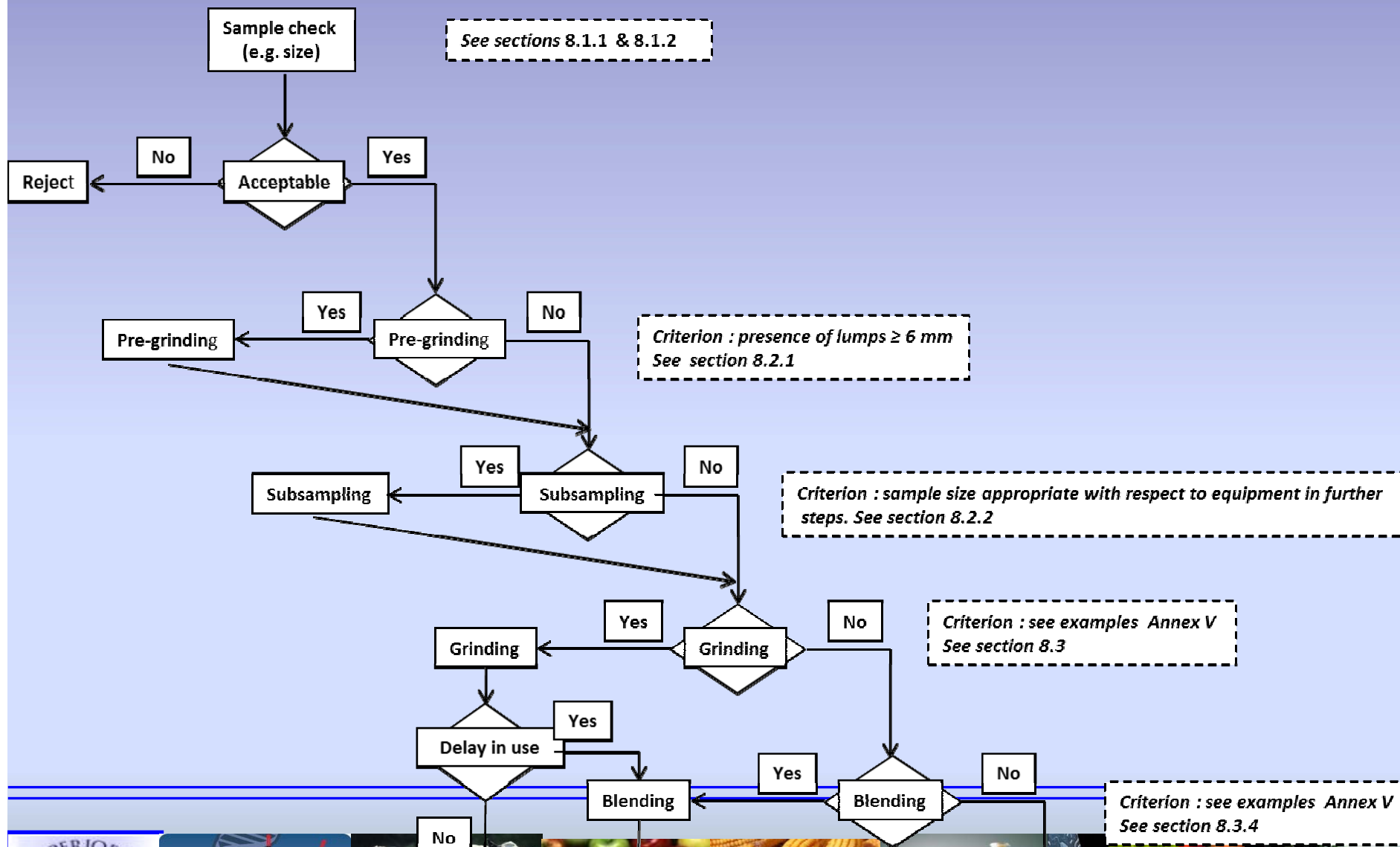


**LOD all PCR results positive**  
**LOQ relative standard deviation that does not exceed 25%.**



# Annex III

## Flow chart of the successive steps of the sample preparation procedure for particulate material



# Controllo delle caratteristiche del campione in accettazione

**Table 1** – Recommended laboratory sample sizes according to the type of matrix (Table adapted from AFNOR, 2006).

Products	Recommended laboratory sample size
Seeds	Mass equivalent of 3000 kernels (see table below for mass equivalent of 1000 kernels)
Commodity grains	Mass equivalent of 10000 grains (see table below for mass equivalent of 1000 kernels)
First transformation products (semolina, flour, grits, oilcake etc.)	From 100 g to 1 kg
Liquids	500 ml
Doughy and viscous products	500 g
End products (e.g. packed rice noodles)	From 100 g to 1 kg

NOTE: The numbers provided are indicative. In special cases other quantities might be required. Some **legislative texts** specify other values for the laboratory sample size (e.g. for rice as a commodity at least 960g are required according to Commission Decision 287/2013)



# Piani di controllo

**Piano Nazionale di controllo degli alimenti GM 2015-2018**



**Piano Nazionale di controllo dei mangimi (capitolo OGM) 2015-2017**



**Piani Regionali**

# FORMAZIONE DELLE ALIQUOTE DI LEGGE PNAU OGM allegato 5

Alcune indicazioni sulle procedure per la formazione delle aliquote sono riportate nella **tabella delle matrici (allegato 3)** che suddivide le matrici in due categorie in base alla distribuzione degli OGM nel prodotto:

- 1. alimenti caratterizzati da una distribuzione non omogenea degli OGM**
- 2. alimenti caratterizzati da una distribuzione omogenea degli OGM.**

Nel caso 1, le operazioni di omogeneizzazione del campione globale per la formazione dei campioni finali devono essere effettuate:

- **previa macinazione dell'intero campione globale.**
- **prodotti confezionati**, secondo quanto previsto sia nel DPR 26 marzo 1980, n. 327 allegato A § 3 lettera e), prevede che le confezioni di prodotti non omogenei, in numero rappresentativo secondo quanto sopra indicato dal piano di campionamento, vengano **aperte, riunite, mescolate e accuratamente macinate prima di formare le aliquote per le analisi del controllo ufficiale.**

Nel caso 2, le confezioni prelevate al dettaglio costituiscono le aliquote di legge



# TABELLA MATRICI allegato 3

## MATRICI DA SOTTOPORRE A CAMPIONAMENTO

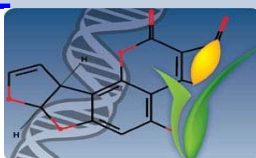
Allegato 3

Foodex	Principali gruppi alimentari	Esempi	codici TARIC	Distribuzione omogenea di OGM nel prodotto	Distribuzione non omogenea di OGM nel prodotto	
					Prodotti che richiedono macinazione + omogeneizzazione	Prodotti che richiedono omogeneizzazione
A.01	<b>Granelle, creme e farine di mais, di riso e miste</b>	mais per popcorn, farine di mais, di riso e miste	<b>0709 90 60</b> granturco dolce (Granella di mais); <b>1102 20</b> Farina di granturco/mais; <b>1102 90 50</b> Farina di riso	farine di mais, di riso e miste	granelle, mais per popcorn, granturco dolce (Granella di mais)	

Foodex	Principali gruppi alimentari	Esempi	codici TARIC	Distribuzione omogenea di OGM nel prodotto	Distribuzione non omogenea di OGM nel prodotto
					Prodotti che richiedono macinazione + omogeneizzazione
A.01	<b>Granelle, creme e farine di mais, di riso e miste</b>	mais per popcorn, farine di mais, di riso e miste	<b>0709 90 60</b> granturco dolce (Granella di mais); <b>1102 20</b> Farina di granturco/mais; <b>1102 90 50</b> Farina di riso	farine di mais, di riso e miste	granelle, mais per popcorn, granturco dolce (Granella di mais)



<b>Principali gruppi alimentari</b>	<b>Esempi</b>	<b>Distribuzione omogenea di OGM nel prodotto</b>	<b>Distribuzione non omogenea di OGM nel prodotto</b>  <b>Prodotti che richiedono macinazione + omogeneizzazione</b>
<b>Granelle, creme e farine di mais, di riso e miste</b>	mais per popcorn, farine di mais, di riso e miste	farine di mais, di riso e miste	granelle, mais per popcorn, granturco dolce (Granella di mais)
<b>Pasta, noodles,</b>	riso; vermicelli, gnocchi, ecc. di mais e riso	vermicelli, gnocchi, ecc. di mais e riso	riso
<b>Prodotti della pasticceria, della panetteria e della biscotteria</b>	fiocchi di cereali, pane, crackers, gallette, biscotti di mais, riso e miste; barrette palline di cereali; pancakes; muesli	pane, crackers, gallette, biscotti di mais, riso e miste; barrette; pancakes; fiocchi di cereali,	
<b>Ortaggi e prodotti derivati</b> classificazione da Reg,178/2006-antiparassitari	mais dolce e soia cotti e inscatolati, anche presentati nelle insalate miste, pannocchiette di mais		mais dolce e soia cotti e inscatolati, anche presentati nelle insalate miste, pannocchiette di mais





Principali gruppi alimentari	Esempi	Distribuzione omogenea di OGM nel prodotto	Distribuzione non omogenea di OGM nel prodotto  Prodotti che richiedono macinazione + omogeneizzazione
<b>Radici e tuberi</b>	Patate e prodotti derivati (ad eccezione degli snack), fecola di patate	Fecola di patate, farine e fiocchi	Patate, patate cotte,
<b>Legumi e semi oleaginosi</b>	Granella e farina di soia, semi di lino, semi di colza, semi di cotone	farina di soia	granella di soia, semi di lino, semi di colza, semi di cotone
<b>Frutta</b>	Papaya		papaya
<b>Latte vegetale e prodotti a base di latte vegetale</b>	Latte/Bevanda di riso, latte/bevanda di soia, formaggio di soia, besciamella, yoghurt di soia, tofu	Latte/Bevanda di riso, latte/bevanda di soia, formaggio di soia, besciamella, yoghurt di soia, tofu	

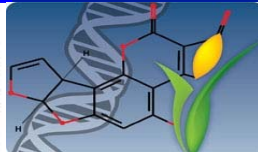


## Allegato 8

# LINEE GUIDA SUL CAMPIONAMENTO PER IL CONTROLLO UFFICIALE DEI MANGIMI

CReAA  
Dr. Carlo Brera  
ISS Dr. Stacchini Dr.ssa Civitareale  
CROGM  
CRN Radioattività  
CRN Diossine  
CRN Salmonella  
Uff. VIII DGSAF

Aggiornato in base al Regolamento (UE) 691/2013



## Allegato 8 PNAA

### 9. ISTRUZIONI SPECIFICHE PER LA PREPARAZIONE DEL CAMPIONE PER L'ANALISI DELLE MICOTOSSINE E DEGLI OGM IN MATERIE PRIME IN GRANELLA

Il CG è opportunamente sigillato e munito di cartellino identificativo recante le informazioni necessarie ad individuare la partita a cui il campione appartiene. Ciascun CG deve successivamente essere omogeneizzato con apposito strumento adeguatamente pulito mediante opportuna (per tempo e portata) mescolatura. **CGO (pag 21 del piano)**

**Il CGO è successivamente consegnato dagli organi ufficiali preposti al campionamento al laboratorio** di analisi per l'espletamento della successiva fase relativa alla formazione dei campioni finali.

Il CGO deve necessariamente essere accompagnato da un verbale di prelevamento recante tutte le informazioni, rese in modo leggibile, necessarie ad identificare sia la partita di riferimento sia le modalità di campionamento effettuate (Allegato 1/1a e 1b del PNAA 2012/2014).

#### 9.2 Formazione del campione ridotto

Se necessario il CGO può essere "ridotto" ad un peso di 2 Kg così come indicato dal Regolamento. **In caso di riduzione, è richiesta la macinazione del CGO prima della formazione del campione ridotto.**



## Allegato 8 PNAA

### 9. ISTRUZIONI SPECIFICHE PER LA PREPARAZIONE DEL CAMPIONE PER L'ANALISI DELLE MICOTOSSINE E DEGLI OGM IN MATERIE PRIME IN GRANELLA

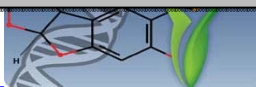
#### 9.3 Formazione dei campioni finali

Al fine di garantire una distribuzione uniforme dell'analita nei CF, si deve necessariamente ricorrere **alla macinazione del CGO**.

I CF sono ottenuti dalla macinazione del CG, o dal campione ridotto (parte del campione globale macinato), con apposita apparecchiatura o da banco o industriale.

Le operazioni di macinazione del CG, devono essere effettuate da personale adeguatamente formato, con attrezzature idonee, presso locali con adeguati requisiti strutturali appositamente individuati dalle Autorità regionali.

Ai fini di una uniforme applicazione del PNAA, il Ministero raccomanda che le Autorità Regionali individuino **gli IZS come sedi idonee** in cui effettuare l'attività di macinazione del campione globale, per l'ottenimento dei CF.



## Allegato 8 PNAA

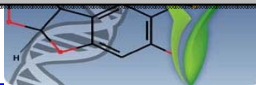
### 9. ISTRUZIONI SPECIFICHE PER LA PREPARAZIONE DEL CAMPIONE PER L'ANALISI DELLE MICOTOSSINE E DEGLI OGM IN MATERIE PRIME IN GRANELLA

#### 9.4 Delega

Le Autorità sanitarie che hanno prelevato il campione potranno delegare altre Autorità locali (colleghi della stessa amministrazione di appartenenza (PIF-ASL) con sede più vicina al laboratorio che dovrà effettuare le analisi.

Alla formazione dei campioni finali, potrà essere presente, anche il titolare dell'azienda o il proprietario/detentore del mangime, presente alla formazione del CG o altro delegato. A tal fine è necessario che siano convocate le parti interessate nei tempi previsti per legge.

Il titolare dell'azienda o il proprietario/detentore del mangime, nel caso in cui non abbia intenzione di essere presente alla formazione dei CF presso la sede in cui avverrà la formazione dei CF o degli IZZSS, potrà comunicarlo per iscritto alle Autorità interessate (che hanno effettuato il prelievo e la preparazione del CG.).



## Allegato 8 PNAA

### 9. ISTRUZIONI SPECIFICHE PER LA PREPARAZIONE DEL CAMPIONE PER L'ANALISI DELLE MICOTOSSINE E DEGLI OGM IN MATERIE PRIME IN GRANELLA

#### 9.5 Strumentazione

- ✓ Per le micotossine è raccomandata la tecnica dello slurry
- ✓ Per gli OGM, la macinazione deve essere effettuata a secco evitando un eccessivo riscaldamento del campione che potrebbe determinare una degradazione del DNA. Inoltre è consigliabile ottenere una granulometria non superiore agli 0,5 mm per la soia e 0,75 mm per il mais.



**Grazie per l'attenzione**

