

Essiccamento di erbe e spezie

Dr. Sturm, Barbara, von Gersdorff, Gardis

Università di Kassel, Dipartimento di Agricoltura ed Ingegneria
dei Biosistemi

Witzenhausen (Germania)

barbara.sturm@uni-kassel.de

Contributo alla traduzione in italiano: Rachele Rocchi

- Scopi generali e cambiamenti dovuti alla disidratazione
- Parametri di qualità di erbe disidratate
- Obiettivi dell'essiccamento di erbe
- Fattori che influenzano la qualità delle erbe
- Ulteriori fattori influenti

Questo modulo ha l'obiettivo di portare ad una maggiore conoscenza del **processo di disidratazione di erbe e spezie** ed evidenziare i **fattori che influenzano** la qualità del prodotto e **l'efficienza del processo**.

Obiettivi generali della disidratazione

- **Riduzione** dell'umidità
 - **Riduzione** dell'attività chimica e biologica
 - Estensione della **Shelf life**
 - **Limitare** la perdita di sostanza secca
 - Trasporto **facile ed economico** dei prodotti
 - **Conservazione** delle proprietà nutrizionali, biologiche e tecnologiche del prodotto
- ⇒ La disidratazione di un alimento è responsabile del **15-25%** del consumo energetico industriale **a basso consumo energetico** (35-45%) e della qualità del prodotto spesso insoddisfacente

Contenuto di acqua/umidità

Il contenuto di acqua/umidità sulla sostanza secca (MC_{wb} , conosciuto anche come W) è comunemente usato dagli agricoltori e produttori ed è definito come:

$$MC_{wb} = \frac{\textit{peso dell'acqua}}{\textit{peso della sostanza secca + peso dell'acqua}} \cdot 100$$

Erbe e spezie sono stabili se $MC_w \leq \mathbf{10\%}$

Contenuto di Umidità:

Il contenuto di acqua/umidità sulla sostanza secca (MC_{db} , conosciuto anche come X) è comunemente usato dai ricercatori ed è definito come:

$$MC_{db} = \frac{\text{peso dell'acqua}}{\text{peso della sostanza secca}} \cdot 100$$

Viene convertito come segue:

$$MC_{wb} = \frac{MC_{db}}{100 + MC_{db}} \cdot 100 \quad \text{oppure} \quad MC_{db} = \frac{MC_{wb}}{100 - MC_{wb}} \cdot 100$$

Cambiamenti che hanno luogo durante l'essiccamento

➤ **Degradazione di vitamine**

- La maggior parte delle vitamine sono termolabili o ridotte dall'ossidazione enzimatica

➤ **Cambiamenti in struttura, consistenza, colore, sapore e gusto**

- Denaturazione proteica
- Ossidazione proteica/lipidica
- Reazioni non-enzimatiche (es. imbrunimento)

➤ **Limitata ricostituzione (reidratabilità)**

- La completa riumidificazione non è possibile; può essere riassorbita meno acqua rispetto a quella persa

Evoluzione nell'industria dei prodotti essiccati

Situazione iniziale (Mujumdar, 2007)

- ⇒ Dispositivi tecnici obsoleti
- ⇒ Tempi di disidratazione inutilmente lunghi
- ⇒ Aumento della domanda di energia
- ⇒ Dipendenza dai prezzi del petrolio e del gas
- ⇒ Necessità di personalizzazione
- ⇒ La temperatura del prodotto di solito non è nota

Obiettivi

- ⇒ Controllo mirato del processo
- ⇒ Soluzioni tecniche facilmente implementabili (aggiornamento dei dispositivi)
- ⇒ Aumento della capacità o dispositivi più piccoli
- ⇒ Flessibilità nella produzione
- ⇒ Riduzione dei costi e delle richieste di energia

Analisi e Ottimizzazione del processo

- ⇒ Aspetti termodinamici
 - ⇒ Qualità del prodotto
 - ⇒ Funzionamento dell'unità o parte dell'intero processo
 - ⇒ Controllo del processo (temperatura dell'aria, velocità e umidità relativa)
 - ⇒ Singolo stadio
 - ⇒ Multi stadio, tempo controllato (Chua et al., 2000)
 - ⇒ Multi stadio, basato sull'analisi ottica (Martyненко, 2008)
-
- I valori ottenuti devono essere utilizzati come feedback dal sistema, es. adattamento dei parametri di processo
 - ⇒ Ad ogni punto del processo di essiccamento, la relazione tra **temperatura dell'aria, velocità e umidità relativa** devono essere bilanciate

Parametri di qualità di erbe disidratate

⇒ **Cosa significa qualità? (vedi anche modulo 2.1)**

E' definita come il punto d'incontro tra esigenza/aspettativa di un prodotto e le sue caratteristiche effettive

- Qualità di un prodotto
- Qualità di un processo
- Qualità orientata ai consumatori (retailers)

La qualità delle erbe è definita da :

- Colore (aspetto)
- Quantità di oli essenziali/aroma (odore, sapore, valore nutrizionale)
- Valore nutrizionale (vitamine ecc.)
- Metaboliti secondari delle piante (valore nutrizionale)
- Struttura (aspetto)
 - Non è possibile** influenzare negativamente i parametri di qualità per effetto del processo di disidratazione dovuti ad ossidazione ed evaporazione, ma i cambiamenti possono essere ridotti al minimo
⇒ L'essiccamento **non può** migliorare la qualità della materia prima!
- Contaminazione microbica (muffe, lieviti, batteri patogeni)
 - ⇒ **Non può** essere diminuita dalla disidratazione, ma la crescita può essere inibita

Fasi della disidratazione delle erbe

- **Fase I** (solo se la materia prima è bagnata dalla pioggia)
 - Evaporazione superficiale
 - Velocità di disidratazione costante

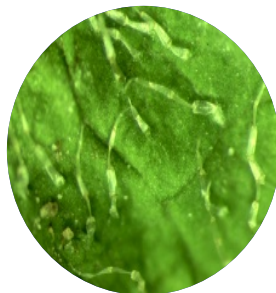
- **Fase II**
 - Evaporazione dall'interno del prodotto e diffusione attraverso gli strati già disidratati
 - Aumento della temperatura all'interno del prodotto
 - Diminuzione della velocità di disidratazione

- **Fase III**
 - Ulteriore evaporazione dell'acqua legata fino al raggiungimento di un valore di equilibrio dell'umidità

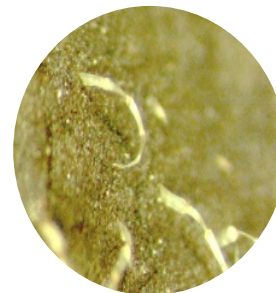
⇒ **Il processo di disidratazione delle erbe dovrebbe essere il più breve possibile**

- **Tempi lunghi di disidratazione riducono la qualità del prodotto** a causa di cambiamenti fisici e chimici
- Raggiungibile attraverso **processi di disidratazione mirati e controllo** dei parametri di disidratazione
- **Evitare l'eccessivo essiccamento**
 - E la conseguente perdita di composti d'interesse, colore, ecc.
 - Il processo di disidratazione deve essere interrotto quando viene raggiunto il contenuto finale di umidità, **non** dopo un tempo definito!
- **Elevato potenziale di risparmio energetico** ⇒ **riduzione dei costi di processo**

disidratazione ottimale



vs.



disidratazione non-ottimale

Obiettivi della disidratazione delle erbe

Il processo di essiccamento ha lo scopo di asciugare la superficie del prodotto più velocemente possibile:

per evitare:

- **Crescita microbica** (che ha bisogno di umidità e di una temperatura di circa +/- 37°C)
- **Processi di degradazione** del colore e dei componenti preziosi dovuti all'ossidazione

La velocità dell'aria deve essere sufficiente per ottenere un adeguato flusso d'aria (almeno 0.12 m/s)

- **Troppo alta** -> aria insatura, inefficiente
- **Troppo bassa**-> aria satura, l'umidità rimane sulla superficie del prodotto, tempi di essiccamento inefficienti e troppo lunghi
- **Rischio di accumulo di umidità** dovuto ad un essiccamento non equilibrato

Soprattutto in caso di essiccamento a bassa temperatura, la velocità dell'aria è il parametro di essiccamento più importante!

➤ Pre essiccamento

Iniziale umidità

- Condizioni durante la raccolta

Tempo che intercorre tra la raccolta ed il processo

- Degradazione durante lo stoccaggio attraverso auto-riscaldamento, enzimi, ecc.

Contaminazione microbica

➤ Durata dell'essiccamento

Temperatura dell'aria

- Impatto significativo sulla temperatura del prodotto
- Perdite di componenti preziosi

Umidità relativa all'interno dell'essiccatore

Flusso dell'aria (rischio di ricircolo ⇨ accumulo di patogeni)

Massa (peso/altezza)

I fattori che influenzano la qualità

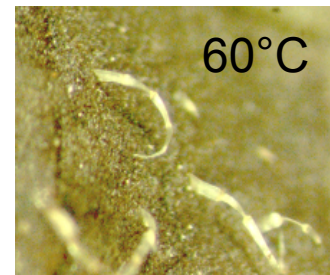
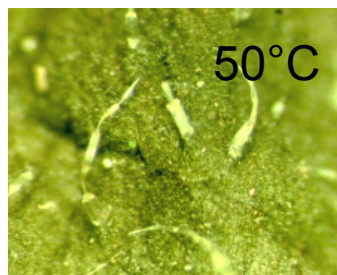
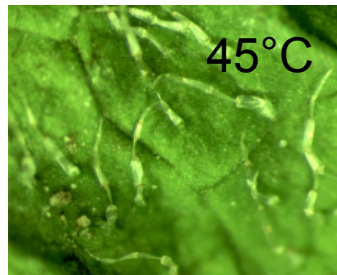
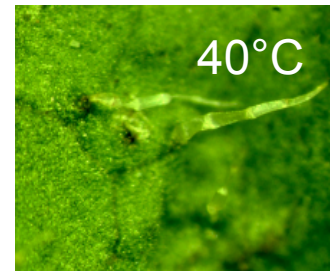
- Perdite di qualità durante la disidratazione **non possono** essere compensate in ulteriori fasi del processo!
 - **L'intera catena del processo** deve essere ottimizzata

- Il processo di essiccamento (durata, parametri di processo) dipende dalla materia prima
 - Ogni processo di essiccazione è individuale e dovrebbe essere controllato in base alla qualità della materia prima e alla capacità di carico

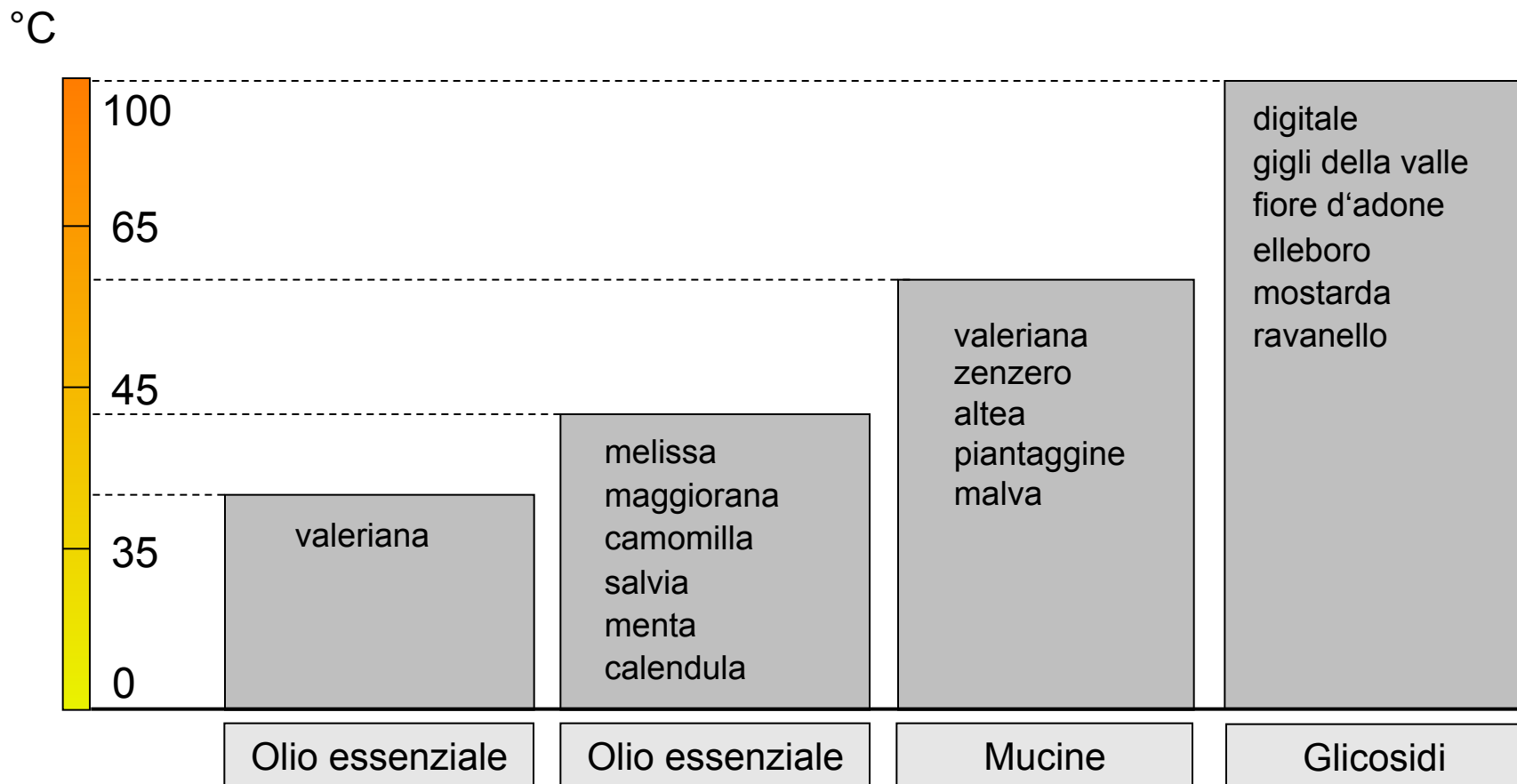
I fattori che influenzano la qualità

- Tempi di disidratazione troppo brevi comportano l'utilizzo di temperature troppo elevate
 - Superfici porose e danni cellulari del prodotto finale, processi di degradazione

Peggioramento della qualità!!



Images: Cuervo-Andrade, 2011



Cuervo-Andrade, n.d.

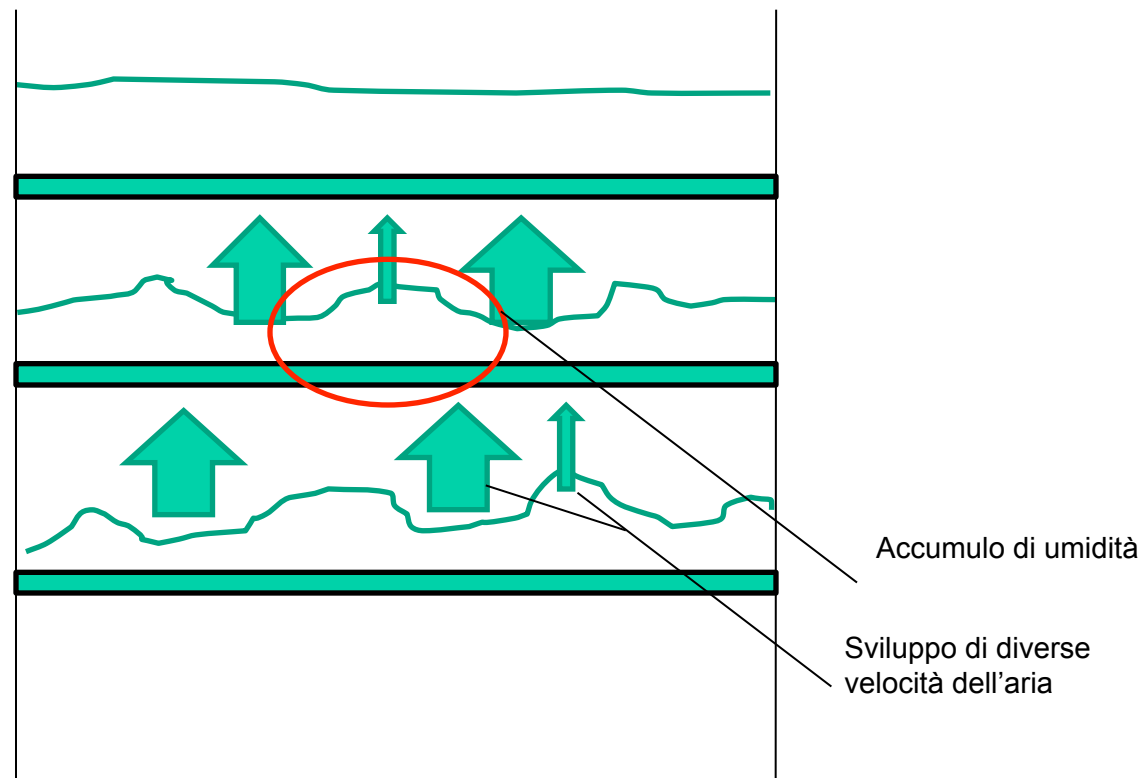
Parametri di processo che influenzano la qualità

- Volume/massa: l'indicatore "peso volumetrico" è più appropriato dell'"altezza del volume", in quanto questo non considera:
 - Il contenuto iniziale di umidità del prodotto grezzo
 - La dimensione delle particelle (volume)

Cambiamenti della distribuzione dell'aria in tutto la massa!

- Distribuzione dell'aria
 - Una distribuzione dell'aria non omogenea provoca un'essiccamento disomogeneo della massa
 - Può essere migliorata con piccole modifiche alla struttura dell'essiccatore
 - Può essere migliorato aggiungendo ventole appropriate

Accumulo di umidità durante l'essiccamento



L'aria percorre sempre il percorso di minor resistenza, che porta all'accumulo di umidità ⇒ distribuzione dell'aria non uniforme

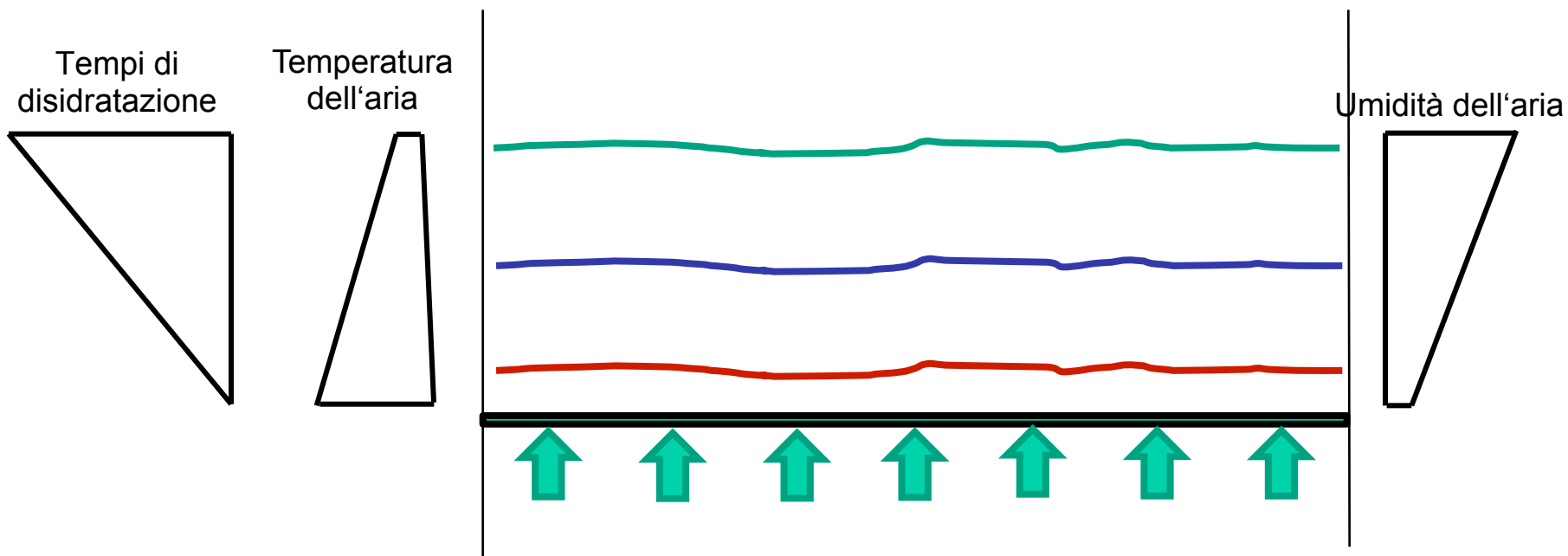
Keyword: Accumuli di umidità

La distribuzione dell'aria non uniforme è prodotta da

- Massa/volume troppo alti
 - ⇒ **Soluzione: minore è la massa/volume, più bassa è la compattazione (legata anche alla diminuzione del volume), minore è il numero dei condotti dell'aria ⇒ migliore è il flusso dell'aria**
- aumentare la velocità dell'aria al diminuire della sua resistenza durante l'essiccamento
 - ⇒ **La velocità dell'aria deve essere ottimizzata durante il processo**

Durante l'intero processo di essiccamento è necessario attivare un flusso continuo di aria

Effetto dell'altezza della massa sulla velocità dell'aria e sulla distribuzione



Maggiore è l'altezza della massa, maggiore è la diminuzione della disidratazione, più la distribuzione è disomogenea!

Parti di interesse della pianta



Rischio di essiccamento di piante intere: essiccamento eccessivo o essiccamento inadeguata di diverse parti (diverso comportamento di disidratazione)

Consumo energetico nell'essiccamento di erbe

- E' possibile un consumo energetico di erbe essiccate di circa 2000 kJ/kg!

Però:

- Consumo controllato nelle aziende agricole:
 - 8500 kJ/kg (vassoio essiccatore)
 - 5000-6000 kJ/kg (essiccatore a nastro)
 - Misura nel caso peggiore **20000 kJ/kg!!**

Miglioramenti nell'essiccamento di erbe

➤ Essiccamento dedicato e specifico del prodotto

- Intera pianta/parti
- Conoscenza dei componenti preziosi della matrice
- Peso della massa ottimizzato

➤ Controllo della velocità dell'aria

- Rimozione dell'umidità \Rightarrow umidità relativa dell'aria $\leq 70\%$ al di sopra della massa
- Uguale distribuzione dell'aria, disponibilità di aria sufficiente

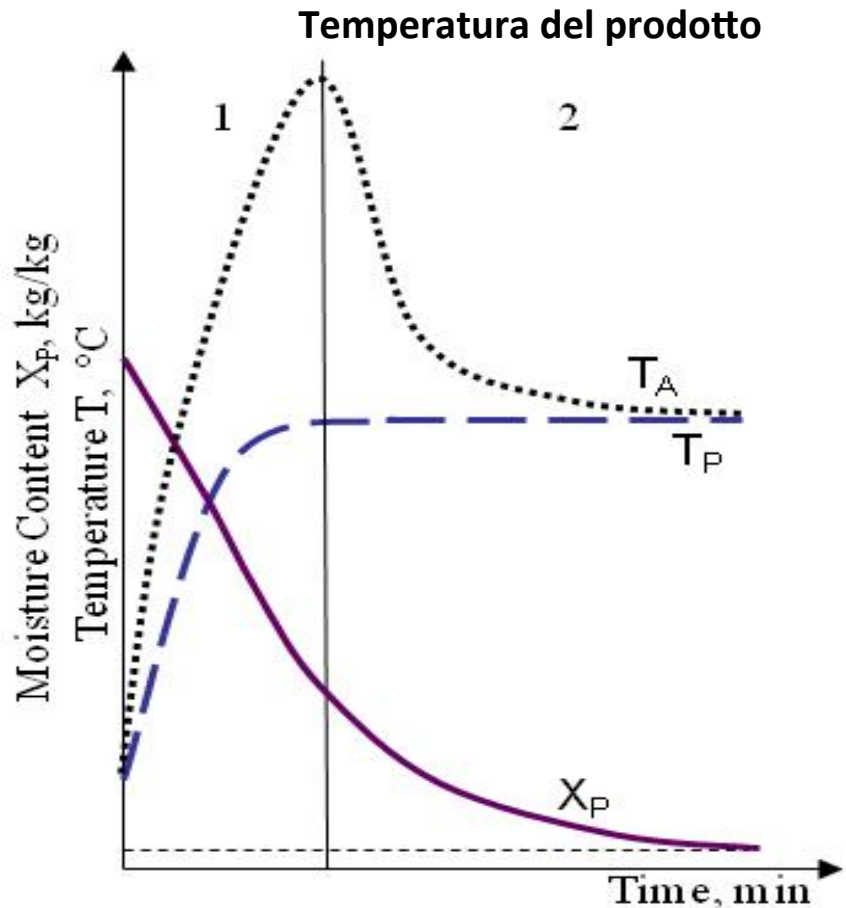
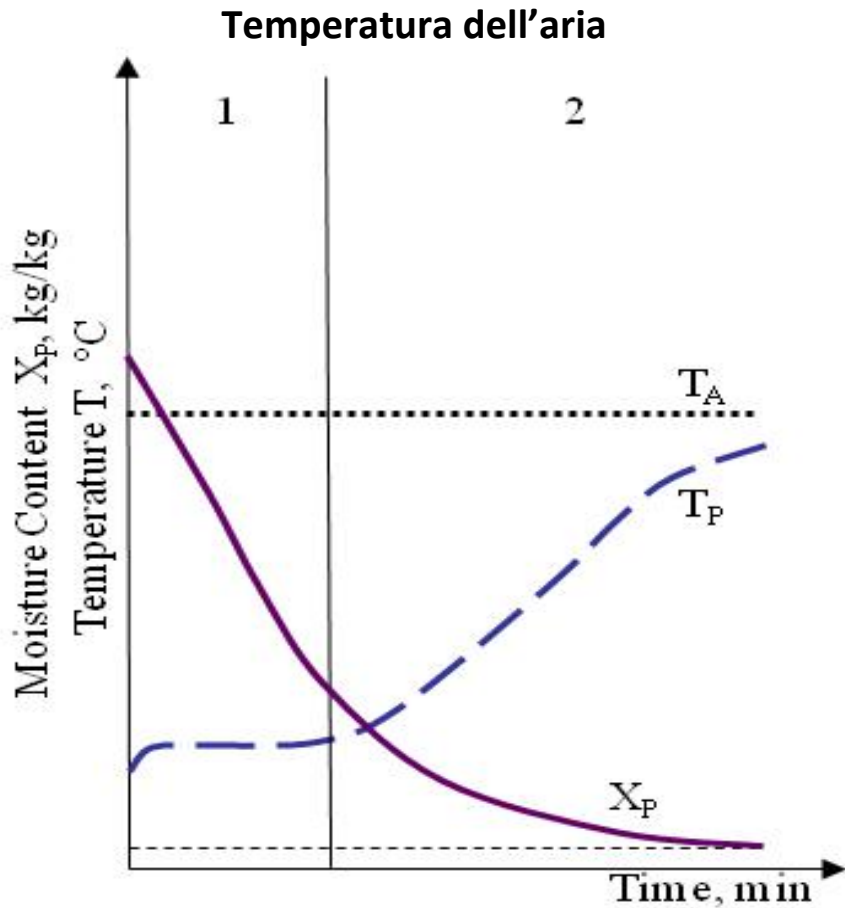
➤ Essiccamento a temperatura controllata del prodotto

Fase dell'essiccamento: temperature più elevate all'inizio fino a quando la superficie è asciutta, ulteriore disidratazione a temperature tali da preservare la qualità

- I parametri di qualità devono essere definiti
- La temperatura critica deve essere nota

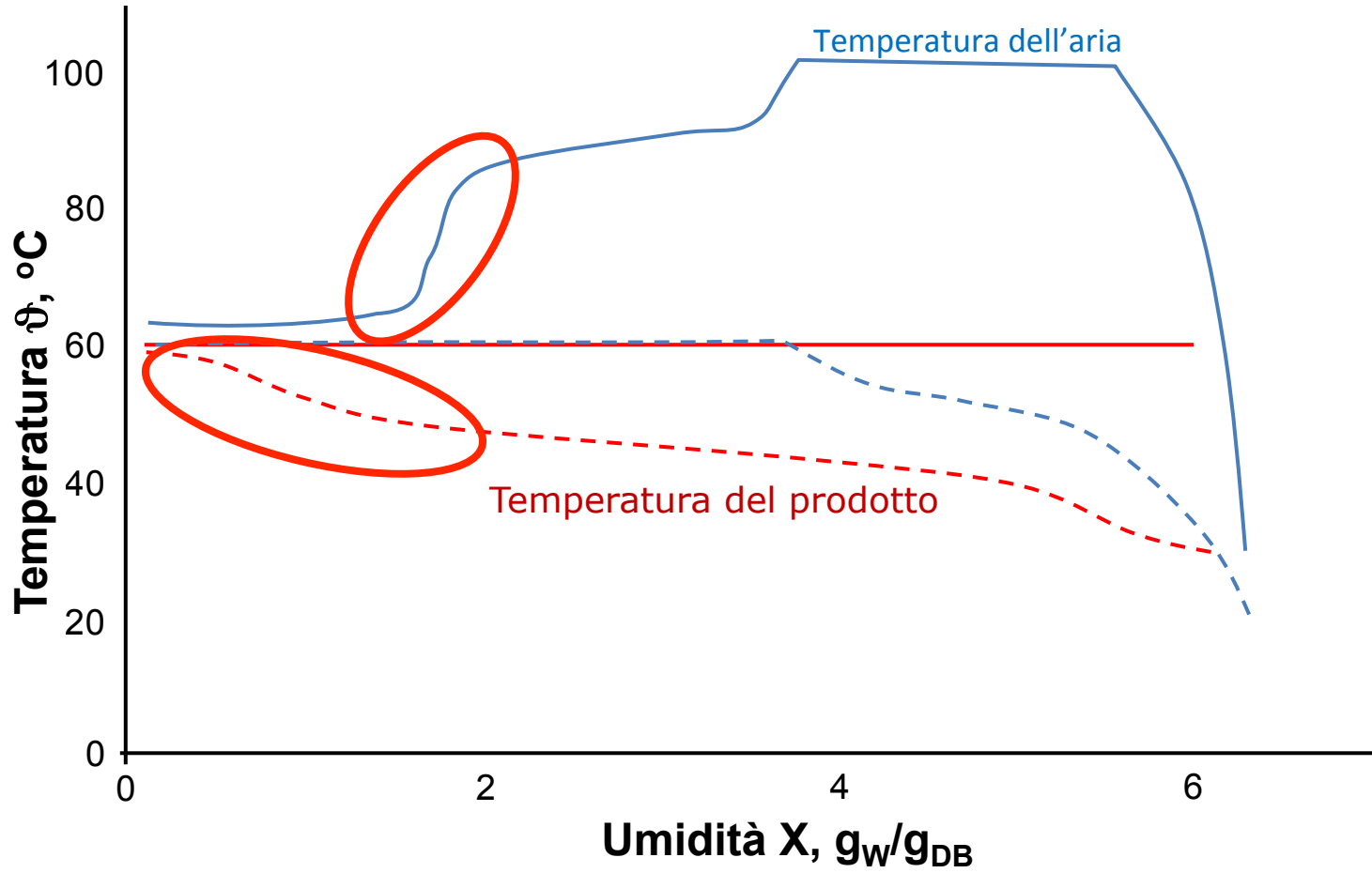
\Rightarrow **Tempi di essiccamento ridotti, alta qualità del prodotto**

Confronto tra l'essiccamento controllato alla temperatura dell'aria (TA) ed alla temperatura del prodotto (TP)



Source

Temperature come funzioni dell'umidità



Sturm, ?

Dispositivi economici per la misurazione della temperatura superficiale del prodotto

➤ **Pirometro**

➤ **Infrarossi (IR)**

- I dati raccolti possono essere inviati al Sistema di controllo

Essiccamento del prodotto con temperature controllata

Inoltre:

➤ **Strategie di disidratazione basate sul colore**

- Utilizzo di sensori CCD (telecamere RGB ecc.)

➤ **Strategie di disidratazione basate su informazioni spettrali**

- Spettrofotometro, hyper spectral imaging, ecc.

L'essiccamento delle erbe ha lo scopo di ottenere un prodotto di alta qualità e bassi consumi energetici

pertanto:

- La durata del processo di disidratazione delle erbe dovrebbe essere il più breve possibile
- I parametri di processo variano a seconda del prodotto
- I parametri della disidratazione non sono fissi ed il loro controllo è correlato ai cambiamenti del prodotto durante l'essiccamento

- Chua, K. J.; Chou S. K.; Ho, J. C.; Mujumdar, A. S. & Hawlad, M. N., 2000. Cyclic Air Temperature during drying of guave pieces: Effects on moisture and ascorbic acid contents. *Food and Bioproducts Processing* 78 (2): 28-72.
- Cuervo-Andrade, S.P., 2011, *Quality oriented drying of lemon balm (Melissa officinalis L.)*. Doctoral Dissertation, University of Kassel, Germany.
- Cuervo-Andrade, S.P., n.d. Qualitätsorientierte Solartrocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen. Oral presentation.
- Krischer, O. & Kast, W., 1978. Die wissenschaftlichen Grundlagen der Trocknungstechnik, Bd. 1. 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Martynenko, A., 2008. Computer Vision System for Ginseng Drying: Remote Sensing, Control and Optimization of Quality in Food Thermal Processing. VDM Verlag, Saarbrücken
- Mujumdar, A. S., 2007. Handbook of Industrial Drying. CRC Press, Boca Raton, New York, Oxon
- Ulteriori letture: Ziegler, A., 2017. Leitfaden Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen. Bornimer Agrartechnische Berichte. <https://opus4.kobv.de/opus4-slbp/frontdoor/index/index/docId/12293>

- 1. Qual è la velocità minima dell'aria richiesta per l'essiccamento delle erbe?**
- 2. Cosa causa la perdita della qualità nelle erbe essiccate**
pre-essiccamento?
durante l'essiccamento?
- 3. Quanta energia dovrebbe essere consumata in media (kJ/kg di erbe disidratate)?**
- 4. Qual'è il parametro di essiccamento più importante per le basse temperature di disidratazione?**