



# Microgreens

Nuovi alimenti freschi e funzionali per esplorare tutto il valore della biodiversità

*Novel fresh and functional food to explore all the value of biodiversity*

*Nuevos alimentos frescos y funcional para explorar todo el valor de la biodiversidad*

# Microgreens

**Nuovi alimenti freschi e funzionali per esplorare tutto il valore della biodiversità**

*Novel fresh and functional food to explore all the value of biodiversity*

*Nuevos alimentos frescos y funcional para explorar todo el valor de la biodiversidad*



Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali  
Università degli Studi di Bari Aldo Moro



*“Micro-ortaggi: nuovi alimenti freschi e funzionali per esplorare tutto il valore della biodiversità” (MicroGREENS) è un progetto finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (MipAAF - Decreto n. 93824 del 30 dicembre 2014), ai sensi dell’art. 9 dell’avviso per la selezione pubblica nazionale per l’erogazione di contributi finanziari a sostegno di progetti in campo agricolo, alimentare, forestale e della pesca e dell’acquacoltura connessi alle finalità dell’evento Expo Milano 2015. Nasce dalla collaborazione tra alcuni ricercatori del Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali dell’Università degli Studi di Bari Aldo Moro e l’Associazione ORTINNOVA. Il progetto MicroGREENS ha l’obiettivo di divulgare l’importanza ed il valore del grande patrimonio di agro-biodiversità dell’orticoltura italiana, in particolare della Puglia, svelando come questa ricchezza può essere utilizzata per lo sviluppo di prodotti agroalimentari freschi, innovativi, funzionali e ad alto valore aggiunto come i micro-ortaggi.*

*“Microgreens: novel fresh and functional food to explore all the value of biodiversity” (MicroGREENS) is a project funded by the Italian Ministry of Agriculture and Forestry (MipAAF - Decree n. 93824 of December, 30th 2014), according to article 9 of the announcement of the public selection for the provision of funds to finance projects in the field of agriculture, food, forestry, fishing and aquaculture related to the goals of Expo Milano 2015. The project was born from the cooperation between the Association ‘ORTINNOVA’ and some researchers of the Department of Agricultural and Environmental Science of the University of Bari ‘Aldo Moro’. The project MicroGREENS aims to broadcast and increase the public awareness on the importance and value of the great heritage of biodiversity of the Italian and Apulian vegetables, revealing how such richness can be exploited to develop novel, fresh, functional and high value food products such as microgreens.*

*“Micro-hortalizas: nuevos alimentos frescos y funcionales para explorar todo el valor de la biodiversidad” (MicroGREENS) es un proyecto financiado por el Ministerio Italiano delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (MipAAF - Decreto No. 93824 de 30 de diciembre de 2014), de conformidad con el artículo 9 de la convocatoria para la selección nacional pública encargada de apoyar y financiar proyectos en las áreas de agricultura, alimentación, silvicultura, pesca y acuicultura relacionados con los objetivos del evento Expo Milano 2015. El proyecto MicroGREENS nace de la colaboración entre los investigadores del Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali de la Universidad de Bari Aldo Moro y de la Asociación ORTINNOVA. El objetivo principal del proyecto es divulgar la importancia y el valor del gran patrimonio de agro-biodiversidad en la horticultura italiana, especialmente en la región Puglia, desvelando cómo esta riqueza se puede utilizar para el desarrollo de nuevos alimentos, innovadores, funcionales y con alto valor añadido, como las micro-hortalizas.*

## CONTENTS

<b>Prefazione - Preface - Prefacio</b>	<b>4</b>
<b>1. Micro-ortaggi, agro-biodiversità e sicurezza alimentare</b>	<b>7</b>
<i>Microgreens, agrobiodiversity and food security</i>	
<i>Micro-hortalizas, agrobiodiversidad y seguridad alimentaria</i>	
<b>2. La scelta delle specie da coltivare</b>	<b>25</b>
<i>The selection of the species to grow</i>	
<i>La elección de las especies a cultivar</i>	
<b>3. Le proprietà nutrizionali dei micro-ortaggi</b>	<b>41</b>
<i>The nutritional properties of microgreens</i>	
<i>Las propiedades nutricionales de las micro-hortalizas</i>	
<b>4. Come coltivare micro-ortaggi</b>	<b>51</b>
<i>How to grow microgreens</i>	
<i>Cómo cultivar micro-hortalizas</i>	
<b>5. Educare con i micro-ortaggi</b>	<b>81</b>
<i>Educate with microgreens</i>	
<i>Educar con las micro-hortalizas</i>	
<b>6. Unità didattica sui micro-ortaggi</b>	<b>91</b>
<i>Teaching unit on microgreens</i>	
<i>Unidad didáctica sobre los micro-hortalizas</i>	
<b>7. In cucina con i micro-ortaggi</b>	<b>97</b>
<i>In the kitchen with microgreens</i>	
<i>En la cocina con las micro-hortalizas</i>	
<b>Contributors</b>	<b>114</b>
<b>Acknowledgements</b>	<b>115</b>





## PREFAZIONE

Garantire cibo e acqua alla crescente popolazione mondiale e tutelare la biodiversità del pianeta sono tra le sfide più importanti del nostro immediato futuro. Queste sfide sono rivolte essenzialmente al mondo dell'agricoltura, che è in continua evoluzione proprio per rispondere alle esigenze più basilari del genere umano. Gli approcci e le risposte possibili a queste grandi sfide sono numerose e, sebbene parziale, ogni soluzione o innovazione sostenibile può contribuire a migliorare la qualità della vita.

Tra i settori delle produzioni vegetali, molto probabilmente, l'orticoltura è quello che esprime la maggiore agrobiodiversità. Al di là degli agroecosistemi, in orticoltura l'elevata ricchezza di specie, varietà e prodotti è legata anche all'uso alimentare di diverse parti della pianta, anche della stessa specie: in pratica tutte le strutture organografiche della pianta, spesso metamorfosate, trovano utilizzazione come ortaggi. In questo libro, finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, descriviamo quello che può essere considerato il frutto di una delle ultime evoluzioni del concetto di ortaggi, che ha portato alla definizione di una nuova categoria di prodotti orticoli: i micro-ortaggi.

Oltre a favorire la conoscenza di questa nuova categoria di prodotti orticoli, rivolgendosi ad un pubblico ampio, l'obiettivo di questa pubblicazione è quello di sensibilizzare l'opinione pubblica sulle grandi sfide citate, mostrando come, nel loro piccolo, i micro-ortaggi possono fornire una risposta concreta a tali sfide. Nei capitoli raccolti in questo volume si racconta appunto come i micro-ortaggi possono contribuire direttamente o indirettamente alla tutela e valorizzazione della biodiversità, a migliorare la sostenibilità ambientale, ad aumentare la sicurezza alimentare e nutrizionale, e come, approfittando della loro bellezza e semplicità, i micro-ortaggi possono essere trasformati persino in uno strumento educativo. Infine, il libro fornisce le informazioni di base per poter coltivare i micro-ortaggi e offre alcuni suggerimenti per il loro utilizzo in cucina.

Quella dei micro-ortaggi può essere considerata un'innovazione del concetto di ortaggi e del settore orticolo, al pari di quelle dei prodotti di IV e V gamma o dei sistemi di coltivazione senza suolo, per fare solo due esempi. Sono innovazioni che contribuiscono a rivoluzionare l'idea stessa di agricoltura.

I micro-ortaggi con l'ampia varietà di colori, forme e sapori descritti in questo libro non vanno visti necessariamente come succedanei dei rispettivi ortaggi convenzionali. Piuttosto, sono da scoprire e da collocare nel proprio immaginario, cercando di fare leva su alcune delle parole chiave che caratterizzano i micro-ortaggi e l'agricoltura moderna, e che vengono sottolineate in questo libro: agrobiodiversità, sostenibilità, bellezza, sicurezza alimentare, educazione, salute e benessere.

Francesco Di Gioia e Pietro Santamaria



## PREFACE

*Ensure enough food and water to the growing world population and preserve the biodiversity of our planet are among the major challenges of our immediate future. These challenges are essentially addressed to the agricultural world, which is constantly evolving to satisfy the most basic needs of the humankind. The approaches and the possible answers to these big challenges are many and, even if partial, each sustainable solution or innovation can contribute to improve the quality of our life.*

*Among the different crop production sectors, the vegetable sector is most likely the one expressing the greatest agro-biodiversity. Beyond the agro-ecosystems diversity, the richness of species, varieties and products, the biodiversity of the vegetable crops, is also expressed by the use for edible purpose of different plant portions, even within the same species: in other terms, all the organs that constitute a plant, often metamorphosed, can be used as vegetables.*

*In this book, funded by the Italian Ministry of Agriculture and Forestry, we describe what can be considered the result of the latest evolution of the concept of vegetables, which has led to the definition of a new category of vegetable products, called microgreens.*

*Besides promoting the knowledge of this new category of vegetable products, attempting to reach a wide audience, this publication aims to increase the public awareness on the major challenges previously mentioned, showing also how, in their own small way, microgreens can give a concrete answer to these challenges. In the book we discuss how microgreens can contribute, directly or indirectly, to preserve and valorize the biodiversity, improve the environmental sustainability, increase food and nutritional security, and how, taking advantage of their beauty and simplicity, microgreens may be also used as an educational tool. Finally, the book provides the basic information to grow microgreens and some suggestion for their culinary use.*

*Microgreens may be considered an innovation of the concept of vegetables and of the vegetable industry, just like that of the fresh cut and the pre-cooked ready to eat products, or that of the soilless vegetable production systems, for example. These are innovations that contribute to transform the whole concept of agriculture.*

*Microgreens, with the large variety of colors, shapes and flavors described in this book, should not be necessarily seen as substitute of their relative standard vegetables. They should be discovered and placed inside our own imagination, considering some of the keywords that characterize microgreens and modern agriculture, and that are highlighted in this book: agro-biodiversity, sustainability, beauty, food and nutrition security, education, health, and wellness.*

## PREFACIO

*Garantizar suficiente comida y agua a la creciente población mundial, y preservar la biodiversidad de nuestro planeta son algunos de los grandes desafíos de nuestro futuro inmediato. Estos desafíos van dirigidos principalmente al mundo de la agricultura que evoluciona constantemente para satisfacer las necesidades más básicas del género humano. Los enfoques y posibles respuestas a estos grandes desafíos son varios, y aun así son parciales, cada medida sostenible o innovación puede contribuir a mejorar la calidad de nuestras vidas.*

*Entre los diferentes sectores que la producción vegetal engloba, la horticultura es muy probablemente, la que expresa la mayor agrobiodiversidad. Más allá de los agro-ecosistemas, en la horticultura, la alta riqueza de especies, variedades y productos está vinculada al uso alimentario de las diferentes partes de la planta, incluso dentro de la misma especie: prácticamente, la totalidad de los órganos de las plantas se pueden consumir como hortalizas. En este libro, financiado por el Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (MIPAAF), se describe lo que se puede considerar el resultado de la última evolución del concepto de vegetales, que ha aportado la definición de una nueva categoría de productos, las micro-hortalizas.*

*Además de promover el conocimiento de esta nueva categoría de productos vegetales, tratando de llegar a un público más amplio, esta publicación tiene como objetivo aumentar la conciencia pública sobre los principales desafíos mencionados anteriormente, mostrando también cómo, en su pequeño, las micro-hortalizas pueden dar una respuesta concreta a estos desafíos. En el libro se discute cómo las micro-hortalizas pueden contribuir, directa o indirectamente, a preservar y valorizar la biodiversidad, mejorar la sostenibilidad del medio ambiente, aumentar la seguridad alimentaria y nutricional, y cómo, aprovechando su belleza y sencillez, las micro-hortalizas pueden también utilizarse como herramienta educativa. Por último, el libro proporciona la información básica para cultivar las micro-hortalizas y algunas sugerencias para su uso culinario.*

*Las micro-hortalizas, pueden considerarse una innovación del concepto de la hortaliza y de la industria de las hortalizas, al igual que, por ejemplo, los productos de IV y V gama o los sistemas de producción sin suelo. Estas son las innovaciones que contribuyen a transformar todo el concepto de la agricultura.*

*Las micro-hortalizas, con la gran variedad de colores, formas y sabores que se describen en este libro, no deben ser necesariamente consideradas como sustitutas de las respectivas hortalizas adultas. Se tienen que descubrir y colocar en la propia imaginación, teniendo en cuenta algunas de las palabras clave que caracterizan a las micro-hortalizas y a la agricultura moderna, y que se destacan en este libro: la agro-biodiversidad, sostenibilidad, belleza, seguridad alimentaria y nutricional, educación, salud, y bienestar.*

Microgreens



**1. Micro-ortaggi, agro-biodiversità e sicurezza alimentare**

*Microgreens, agrobiodiversity and food security*

*Micro-hortalizas, agrobiodiversidad y seguridad alimentaria*

Francesco Di Gioia, Pietro Santamaria



*Foeniculum vulgare* Mill.



## COSA SONO I MICRO-ORTAGGI

I micro-ortaggi, dall'inglese *microgreens*, sono giovani e tenere plantule commestibili prodotte a partire dai semi di varie specie di ortaggi, colture erbacee, erbe aromatiche e piante spontanee. A seconda della specie utilizzata, possono essere raccolti dopo soli 7-21 giorni dalla germinazione, quando le foglie cotiledonari sono completamente distese e c'è stata la formazione delle prime foglie vere (Xiao, 2013). I micro-ortaggi sono raccolti tagliando alla base le singole plantule quando raggiungono un'altezza variabile da 3 a 9 cm, escludendo le radichette. La porzione edule è rappresentata dallo stelo, dalle foglie cotiledonari e spesso dagli abbozzi delle prime foglie vere. In qualche caso, se piccoli e teneri, anche i tegumenti dei semi che rimangono attaccati ai cotiledoni possono entrare a far parte della porzione commestibile. Nonostante le dimensioni ridotte, i *microgreens*, noti anche come "vegetable confetti" (Treadwell et al., 2010) o "microherbs" nel caso delle specie aromatiche, sono in grado di fornire una variegata gamma di sapori intensi, colori vivaci e una buona consistenza; pertanto, possono essere proposti come un nuovo ingrediente in grado di valorizzare e guarnire bevande, insalate, antipasti, primi e secondi piatti, zuppe, panini e dessert (Treadwell et al., 2010; Xiao et al., 2012).

I micro-ortaggi rappresentano una nuova categoria di ortaggi, con caratteristiche ben distinte da quelle dei già noti germogli, o *sprouts*, e da quelle degli ormai comunissimi ortaggi da foglia di IV gamma, di piccola taglia, noti anche come *baby leaf*. Inoltre, non vanno confusi con i mini ortaggi, noti anche come ortaggi miniature, mignon o lillipuziani, che possono essere ottenuti attraverso tecniche culturali particolari



## WHAT ARE MICROGREENS?

Microgreens are young and tender edible seedlings produced using the seeds of different species of vegetables, herbaceous plants, aromatic herbs and wild edible plants. Depending on the species that has been used, they can be harvested 7-21 days after germination when the cotyledonary leaves have fully developed and the first true leaves have emerged (Xiao, 2013). Microgreens are harvested by cutting the single seedlings just above the soil line when their height is 3 to 9 cm without the rootlets. The edible portion is constituted by the single stem, the cotyledonary leaves and, often, by the emerging first true leaves. In some cases, when small and tender, also the integuments of the seeds that remain attached to the cotyledons may be considered edible.

Despite small in size, microgreens, also known as “vegetable confetti” (Treadwell et al., 2010) or “microherbs” when referring to aromatic herbs, can provide a wide variety of intense flavors, bright colors and a good texture; therefore, they may be proposed as a new ingredient to enhance and garnish drinks, salads, appetizers, main and second courses, soups, sandwiches and desserts (Treadwell et al., 2010; Xiao et al., 2012).

Microgreens represent a new category of vegetables with different traits as compared to the already known sprouts and the common fresh-cut leafy vegetables, also known as baby leaf vegetables. Moreover, they should not be confused with mini vegetables, also known as miniature, petite, and Lilliputian vegetables that can be produced by means of specific cultivation techniques (high plant density or anticipated harvest) or refer to genetic material at reduced growth and development.

## QUE SON LAS MICRO-HORTALIZAS

Las micro-hortalizas, del término inglés microgreens, son plántulas comestibles jóvenes y tiernas, producidas a partir de semillas de varias especies de hortalizas, cultivos herbáceos, hierbas aromáticas y plantas silvestres. Según la especie utilizada, pueden ser recolectadas después de tan solo 7-21 días desde la germinación, cuando los cotiledones están completamente extendidos y se han formado las primeras hojas (Xiao, 2013). Las micro-hortalizas se recolectan mediante un corte en la base de las plántulas cuando éstas alcanzan una altura que varía entre 3 y 9 cm, con exclusión de las radículas.

La porción comestible está representada por el tallo, los cotiledones y, a menudo, las primeras hojas verdaderas en su fase inicial. En algunos casos, incluso las cáscaras de semillas que se mantienen unidas a los cotiledones, si son pequeñas y tiernas, pueden convertirse en parte de la porción comestible.

A pesar de su pequeño tamaño, los microgreens, también conocidos como “vegetable confetti” (Treadwell et al., 2010) o “microherbs” en el caso de la especie aromáticas, pueden ofrecer una variada gama de sabores intensos, colores brillantes y buena consistencia; por lo tanto, pueden ser propuestos como un nuevo ingrediente que puede mejorar y adornar bebidas, ensaladas, aperitivos, primeros y segundos platos, sopas, sándwiches y postres (Treadwell et al., 2010; Xiao et al., 2012).

Las micro-hortalizas representan una nueva categoría de hortalizas, con características distintas con respecto a los brotes, o sprouts, y a las comunes hortalizas de hoja mínimamente procesadas y de tamaño pequeño, también conocidas como baby leaf.

Además, no se deben confundir con las mini-hortalizas, también conocidas como hortalizas en miniatura, o liliputienses, que se puede obtener a través de técnicas de cultivo específicas (siembra de alta densidad o cosecha temprana) y que se refieren a material genético con crecimiento y desarrollo contenido.



*Cucumis sativus* L.



*Cichorium intybus* L.



*Lactuca sativa* L. var. *capitata* L.

(elevate densità di semina o raccolta anticipata) e che fanno riferimento a materiali genetici a crescita e sviluppo contenuti.

I micro-ortaggi cominciarono ad apparire nei menù degli chef di San Francisco, in California, nei primi anni '80 (USDA, 2014), e sono coltivati nel Sud della California da metà degli anni '90 del secolo scorso.

Rispetto agli *sprouts*, costituiti dall'insieme di germogli e radichette derivanti da semi completamente o parzialmente germogliati, generalmente prodotti al buio e in acqua, con ciclo di produzione di pochissimi giorni, i micro-ortaggi sono coltivati in serra o in pien'aria, su suolo o su substrati alternativi, in presenza di luce, hanno un ciclo più lungo e la porzione edule è costituita solo dalla parte aerea privata delle radici.

A differenza dei classici ortaggi da foglia di piccola taglia (*baby leaf*), la cui porzione edule è costituita dalle sole foglie vere, ed è raccolta necessariamente attraverso il taglio, i micro-ortaggi hanno il vantaggio di poter essere commercializzati anche prima di essere raccolti, integri, con tutto il substrato di coltivazione, lasciando che sia lo chef o lo stesso consumatore ad effettuare il taglio del prodotto in cucina, anche solo pochi minuti prima dell'utilizzo. Quest'ultima modalità di commercializzazione rappresenta una grande innovazione in quanto garantisce una maggiore durata sul mercato del prodotto (maggiore *shelf life*) ed assicura un'elevata qualità sia in termini di freschezza che di valore nutrizionale (Di Gioia et al., 2015). D'altra parte uno dei motivi di successo di questa nuova categoria di prodotti è rappresentato dalla riduzione o dall'utilizzazione alternativa del tempo libero dall'attività lavorativa che spinge sempre più verso il consumo di ortaggi che non comportino particolari difficoltà o dispendio di tempo nella fase di preparazione.



*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*



*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.



*Raphanus sativus* L.



*Cucumis melo* L.

Microgreens first appeared in the menus of the chefs of San Francisco, in California, at the beginning of the 80's (USDA, 2014) and they have been grown in the Southern part of California since the second half of the 90's of the last century.

As compared to the sprouts, constituted by shoots and rootlets together, deriving from totally or partially germinated seeds, and usually produced in the dark and soaked in water, with a production cycle of just a few days, microgreens are grown in greenhouse or in open environments, in soil or alternative growing substrates, in presence of light; moreover, microgreens have a longer growing cycle and only the aerial part without the roots is edible.

Unlike the classical baby leaf vegetables, whose edible portion is constituted only by the true leaves and is harvested necessarily through a cut, microgreens have the advantage that they can be sold even before being harvested with the cut, keeping the plantlets alive with all the growing media, so that the chef or the final consumer can actually cut the product in their kitchen, even just a few minutes before using them. Such possibility to sell the product while is still growing, represents a great innovation as it can guarantee a longer shelf life of the product on the market and assures a high quality in terms of both freshness and nutritional value (Di Gioia et al., 2015). On the other hand, one of the reasons of the success of this new category of products is represented by the reduction of the time needed or the alternative use of the free time off work, which is more and more leading towards the consumption of vegetables that do not involve particular difficulties or too much time in the preparation phase.

Las micro-hortalizas comenzaron a aparecer en los menús de los chef en San Francisco, California, a principios de los años 80 (USDA, 2014), y se cultivan en el sur de California desde mediados de los años 90 del siglo pasado.

En comparación con los sprouts, constituidos por el conjunto de brotes y raicillas que derivan de semillas totalmente o parcialmente germinadas, producidos generalmente en el agua y la oscuridad, y con un ciclo de producción de unos pocos días, las micro-hortalizas se cultivan en el invernadero o en el aire libre, en el suelo o sobre sustratos alternativos, en presencia de luz, tienen un ciclo más largo, y la parte comestible está constituida sólo por la parte aérea privada de las raíces.

A diferencia de las hortalizas de hoja de pequeño tamaño (baby leaf), cuya parte comestible está constituida por la hojas verdaderas, y se recolectan a través de un corte, las micro-hortalizas tienen la ventaja de poder ser comercializadas antes de ser recolectadas, intactas, con todo el sustrato de cultivo, dejando que sea el chef o el mismo consumidor el que realice el corte del producto en la cocina, incluso unos pocos minutos antes de su uso.

Esta forma de comercialización es una gran innovación, ya que garantiza una vida más larga del producto en el mercado (una mayor shelf life) y asegura una alta calidad tanto en términos de producto fresco como de valor nutricional (Di Gioia et al., 2015). Por otra parte una de las razones del éxito de esta nueva categoría de productos es la reducción, o el uso alternativo, del tiempo libre en el trabajo que empuja cada vez más hacia el consumo de vegetales que no impliquen dificultades particulares o pérdida de tiempo en fase de preparación.



I termini *microgreens* e *baby leaf* non hanno una definizione giuridica, ma sono utilizzati dal marketing per descrivere due particolari categorie di prodotti (Treadwell et al., 2010). Gli *sprouts*, invece, sono giuridicamente definiti, e la loro produzione e commercializzazione deve rispettare regole severe, in quanto il rischio di contaminazione microbica è più elevato rispetto a quello di micro-ortaggi e *baby leaf* (Treadwell et al., 2010).



Both 'microgreens' and 'baby leaf' do not have a legal definition but are marketing terms used to describe two specific categories of products (Treadwell et al., 2010). Instead, sprouts have a legal definition and their production and commercialization must comply with strict regulations, due to their relatively higher risk of microbial contamination as compared to microgreens and baby leaves (Treadwell et al., 2010).

Los términos microgreens y baby leaf no tienen una definición legal, pero son utilizados por los vendedores para describir dos categorías específicas de productos (Treadwell et al., 2010). Los sprouts, en cambio, están legalmente definidos, y su producción y comercialización deben respetar reglas estrictas, ya que el riesgo de contaminación microbiana es mayor con respecto a las micro-hortalizas y a las baby leaf (Treadwell et al., 2010).



*Urospermum picroides* (L.) F.W. Schmidt



*Borago officinalis* L.



*Urospermum picroides* (L.) F.W. Schmidt



*Borago officinalis* L.

## MICRO-ORTAGGI E AGRO-BIODIVERSITÀ

I micro-ortaggi, nel loro piccolo, possono contribuire alla salvaguardia e valorizzazione di molte varietà locali a rischio di erosione genetica o di estinzione attraverso la loro messa a coltura per la produzione di questa nuova categoria di prodotti. La tutela e valorizzazione della biodiversità, nonché dell'agro-biodiversità, rappresenta una delle maggiori sfide del nostro tempo. Sebbene in commercio siano disponibili semi di ecotipi e varietà locali appositamente selezionati per produrre micro-ortaggi, le specie e varietà di piante potenzialmente utilizzabili per la produzione di micro-ortaggi sono numerosissime ed il vasto patrimonio di agro-biodiversità di ogni area geografica rappresenta una risorsa enorme, tutta da esplorare, soprattutto per la produzione di micro-ortaggi ad elevato valore nutrizionale. Negli ultimi decenni, la selezione di varietà migliorate di ortaggi, per caratteristiche come l'elevata produttività, la qualità estetica e la durata post-raccolta, ha condotto ad un'indesiderata riduzione del sapore e del contenuto di nutrienti essenziali in diverse specie di ortaggi (Davis et al., 2004; Ebert, 2015). Studi recenti hanno invece dimostrato che le varietà locali di ortaggi tradizionali, nonché le specie spontanee, sono spesso caratterizzate da una più elevata densità di nutrienti rispetto alle varietà commerciali, migliorate e diffuse a livello globale, e rappresentano una buona fonte di vitamine, micronutrienti essenziali ed altri fitonutrienti (Davis, 2009; Yang e Keding, 2009; Boari et al., 2013). Pertanto, la produzione di micro-ortaggi, a partire da varietà o popolazioni locali e specie spontanee, oltre a valorizzare risorse genetiche neglette ed a rischio di erosione genetica, può consentire l'ottenimento di nuovi alimenti freschi e ad alta densità



## MICROGREENS AND AGRO-BIODIVERSITY

*In their own small way, microgreens can contribute to preserve and valorize many local varieties that are at risk of genetic erosion or of extinction, offering an opportunity to recover and use such genetic material to produce this new category of vegetables. Preserve and valorize the plant biodiversity and agro-biodiversity, is one of the greatest challenges of our time. Although, the seeds of several ecotypes and varieties specifically selected for the production of microgreens are available on the market, the species and varieties potentially useful for the production of microgreens are numerous, and the vast heritage of agro-biodiversity of each geographical area may represent an extraordinary resource to be explored, especially for the production of highly nutritious microgreens.*

*In the last decades, the selection of improved varieties of vegetables, according to characteristics such as high productivity, aesthetical quality and shelf life, has led to an undesired reduction of the flavor and to a decrease of the amount of the essential nutrients in several vegetables species (Davis et al., 2004; Ebert, 2015). On the contrary, recent studies have shown that local varieties of traditional vegetables, as well as wild species, are often characterized by a higher nutrient density as compared to commercial improved varieties, widely grown at global level, and represent therefore, a good source of vitamins, essential micronutrients and other phytonutrients (Davis, 2009; Yang e Keding, 2009; Boari et al., 2013). Thus, the production of microgreens from local varieties or populations and wild*

## MICRO-HORTALIZAS Y AGRO-BIODIVERSIDAD

*Las micro-hortalizas pueden contribuir a la conservación y mejora de muchas variedades locales con riesgo de erosión genética o extinción a través de su cultivo para producir esta nueva categoría de productos. La protección y mejora de la biodiversidad así como de la agrobiodiversidad, es uno de los mayores desafíos de nuestro tiempo. Aunque comercialmente hay semillas de ecotipos y variedades locales especialmente seleccionados para producir micro-hortalizas, las especies y las variedades que podrían ser utilizados para la producción de micro-hortalizas son numerosas y la vasta colección de agro-biodiversidad de cada región son un recurso enorme, que puede ser explorado, sobretodo para producir micro-hortalizas con un alto valor nutritivo.*

*En las últimas décadas, la selección de variedades mejoradas de hortalizas, para obtener características tales como alta productividad, calidad estética y duración poscosecha, ha llevado a una reducción indeseable del sabor y del contenido de nutrientes esenciales en diferentes especies hortícolas (Davis et al., 2004; Ebert, 2015). Sin embargo estudios recientes han demostrado que las variedades locales de hortalizas tradicionales, así como las especies silvestres, a menudo se caracterizan por una contenido nutricional superior al de las variedades comerciales, que han sido mejoradas y difundidas a nivel mundial, y representan una buena fuente de vitaminas, micronutrientes esenciales y otros fitonutrientes (Davis, 2009; Yang e Keding, 2009; Boari et al., 2013). Por lo tanto, la producción de micro-hortalizas, a partir de variedades o poblaciones locales y de*



Microgreens of red radish (*Raphanus sativus* L.) - rábano roja - ravenello rosso



di nutrienti (Ebert, 2014), in grado di soddisfare da una parte la richiesta di nuovi prodotti e di innovazione del settore agroalimentare e dall'altra le esigenze dei consumatori moderni sempre più attenti alla qualità e alle proprietà nutraceutiche degli alimenti (Di Gioia et al., 2015). Infine, ma non per minore importanza, occorre sottolineare che per la produzione di micro-ortaggi occorrono elevate quantità di semi di buona germinabilità e costo ridotto, ed il seme delle varietà locali spesso ha queste caratteristiche.



*edible species, besides preserving and valorizing neglect plant resources at risk of genetic erosion, may provide a variety of novel, fresh and highly nutritious food (Ebert, 2014), which can satisfy the demand of innovation and novel products of the agri-food industry, as well as, the needs of the modern consumers, more and more health conscious and attentive to the quality and the nutraceutical properties of their food (Di Gioia et al., 2015). Last but not least, it is important to highlight that the production of microgreens requires a great amount of seeds possibly characterized by high germinability and low cost, and the seeds of local varieties often have these characteristics.*

*especies espontáneas, además de la valorización de los recursos genéticos trascurados y en riesgo de erosión genética, puede permitir la obtención de nuevos alimentos frescos y con un alto contenido nutricional (Ebert, 2014), capaz de satisfacer por una parte la demanda de nuevos productos y la innovación del sector alimentario y por otra las necesidades de los consumidores modernos, cada vez más atentos a la calidad y a las propiedades nutraceuticas de alimentos (Di Gioia et al., 2015). Finalmente, pero no menos importante, hay que destacar que para producir las micro-hortalizas son necesarias grandes cantidades de semillas con buena germinación y de bajo coste, teniendo por lo general las semillas de las variedades locales estas características.*



## MICRO-ORTAGGI E SICUREZZA ALIMENTARE

Modelli previsionali suggeriscono che entro il 2050 la popolazione mondiale potrebbe raggiungere oltre 9 miliardi di persone. Oggi, in un mondo in cui circa 795 milioni di persone (oltre il 14% della popolazione mondiale) sono malnutrite (FAO, IFAD e WFP, 2015), la continua crescita della popolazione, soprattutto nei paesi in via di sviluppo, rappresenta un'importante sfida per il raggiungimento della sicurezza alimentare e nutrizionale. Soddisfare le esigenze della crescente popolazione, superando le carenze nella produzione alimentare, e garantire che i prodotti disponibili raggiungano le persone bisognose sono le principali sfide per l'agricoltura mondiale (FAO, 2010). Queste sfide devono essere affrontate in modo sostenibile e tale da garantire la disponibilità di risorse per le generazioni future. Allo stesso tempo, l'agricoltura deve affrontare le conseguenze dei cambiamenti climatici, aumentando la competizione per l'acqua, per la perdita di terreno produttivo e la concorrenza per i terreni disponibili, la continua migrazione dalle zone rurali alle aree urbane e le crescenti preoccupazioni sociali circa la natura del sistema di produzione alimentare (Kahane et al., 2013).

Alla luce di queste molteplici sfide alla sicurezza alimentare, una maggiore diversità all'interno dei sistemi agricoli è sempre più riconosciuta come un importante pilastro dello sviluppo sostenibile (Kahane et al., 2013). Un approccio a questi problemi è quello di intensificare le produzioni agricole aumentando le produzioni per unità di superficie, ma probabilmente questo non sarà sufficiente e già oggi si sta cercando di aumentare le superfici coltivabili, senza ridurre ulteriormente le aree naturali, ad esempio attraverso la coltivazione di



## MICROGREENS AND FOOD SECURITY

Predictive models indicate that by 2050 the world population could reach over 9 billion people. Today, in a world where about 795 million people (more than 14% of the world population) are malnourished (FAO, IFAD and WFP, 2015), the continuous population growth, especially in the developing countries, represents an important challenge for the achievement of food and nutritional security. Fulfilling the needs of the growing world population, by overcoming the lacks of food production, and by assuring that produced food is available to people in need, are the main challenges for the world agriculture (FAO, 2010). These challenges must be faced in a sustainable way in order to guarantee the availability of resources to the future generations. At the same time, agriculture has to face the effects of the climate change, the increasing competition for water resources, the loss of productive land and the competition for land; it also has to address the continuous migration of people from rural to urban areas, and the growing social concerns about the nature of the food production system (Kahane et al., 2013).

Given all these challenges to the food security, a greater diversification within the agricultural farming systems is increasingly recognized as an important pillar for a sustainable development (Kahane et al., 2013). An approach to address these issues is to intensify the agricultural productions by increasing crop yields; however, probably this would not be enough, and another possible approach, is to increase the cultivable surfaces, without further reducing natural areas, for instance by growing vegetables in urban areas (Orsini et al., 2013). In this perspective, microgreens

## MICRO-HORTALIZAS Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

Los modelos de previsión indican que para el 2050 la población mundial podría llegar a más de 9 mil millones de personas. Hoy, en un mundo en el que alrededor de 795 millones de personas (más del 14% de la población mundial) están desnutridas (FAO, FIDA y PMA, 2015), el crecimiento continuo de la población, especialmente en los países en desarrollo, es un reto importante para el logro de la seguridad alimentaria y nutricional. Satisfacer las necesidades de la creciente población, superando las deficiencias en la producción de alimentos, y asegurando que los productos disponibles lleguen a las personas necesitadas son los principales retos para la agricultura mundial (FAO, 2010).

Estos desafíos deben abordarse de una manera sostenible para garantizar la disponibilidad de recursos a las generaciones futuras. Al mismo tiempo, la agricultura tiene que enfrentarse a las consecuencias del cambio climático, el aumento de la competencia por el agua, la pérdida de tierras productivas y la competencia por la tierra disponible, la migración continua de las zonas rurales a las zonas urbanas y la creciente preocupación social por el origen de los sistemas de producción alimentaria (Kahane et al., 2013).

A la luz de estos múltiples desafíos en la seguridad alimentaria, una mayor diversidad en los sistemas agrícolas viene reconocida cada vez más como un importante pilar del desarrollo sostenible (Kahane et al., 2013). Un enfoque para estos problemas es intensificar las producciones agrícolas mediante el aumento de la producción por unidad de superficie, pero esto probablemente no será suficiente, por lo que hoy en día se intenta incrementar la superficie cultivable, sin reducir aún más los espacios naturales, por ejemplo a través del cultivo de las hortalizas en las zonas urbanas (Orsini et al., 2013). En este contexto, las micro-hortalizas son



Spinacia oleracea L.

ortaggi nelle aree urbane (Orsini et al., 2013). In quest'ottica, i micro-ortaggi sono molto interessanti, in quanto, oltre che in aziende commerciali, possono essere facilmente coltivati nei piccoli orti urbani e nel giardino di casa, nonché utilizzando spazi piccolissimi come quelli di un balcone o del davanzale di una finestra e persino dentro casa se c'è luce a sufficienza. Emblematico è, ad esempio, il caso della prima azienda agro-urbana sotterranea che con l'ausilio di lampade LED (diodi ad emissione luminosa) produce micro-ortaggi a 'km 0' nei rifugi anti bomba della seconda guerra mondiale nel pieno centro di Londra. Grazie al breve ciclo di crescita, è infatti possibile produrre i micro-ortaggi su terreno o con sistemi di coltivazione senza suolo, tutto l'anno ed in modo economico e sostenibile, anche senza l'utilizzo di fertilizzanti ed agrofarmaci (Ebert et al., 2014).

La possibilità di autoprodurre i micro-ortaggi, magari utilizzando i semi di varietà locali ad alta densità di nutrienti e utilizzando anche spazi piccolissimi, non solo può contribuire ad aumentare la disponibilità e l'accessibilità al cibo delle fasce più povere della popolazione mondiale, ma può contribuire a migliorare la qualità dell'alimentazione, aumentando la disponibilità e varietà di alimenti freschi e ricchi di nutrienti essenziali e benefici per la salute umana. Peraltro, i micro-ortaggi sono generalmente consumati crudi ed interi e questo consente di limitare gli scarti, nonché le perdite o la degradazione dei fitonutrienti che spesso si verificano nella fase di preparazione in cucina, soprattutto per i cibi cotti (Di Gioia et al., 2015).







are very interesting as, besides being produced at commercial level, they can be easily grown also in urban gardens or at home in courtyard gardens, as well as using very little spaces, like those available in a balcony or on a windowsill, and even inside the house if there is enough light. For instance, it is emblematic, the case of the first underground urban farm that using LED (light-emitting diode) lamps, is producing farm-to-fork microgreens in bomb shelters of the Second World War, right in the middle of London.

Thanks to the short growing cycle, is it possible in fact to produce low cost and sustainable microgreens in soil or soilless systems, all year-round, even without the use of fertilizers and agrochemicals (Ebert et al., 2014). The possibility to produce microgreens for self-consumption, even in little spaces, possibly using seeds of local vegetable varieties characterized by high nutrient content, not only can contribute to increase the availability and accessibility to food of the poorest populations of the world, but it can also contribute to improve the quality of the diet, by increasing the availability and the variety of fresh, highly nutritious and healthy food. Moreover, microgreens are usually consumed raw and intact, which allows to reduce the discard of food and the loss or degradation of phytonutrients, that often occurs during the food preparation in the kitchen, especially in the case of cooked food (Di Gioia et al., 2015).

muy interesantes, ya que, además de en empresas comerciales, pueden ser fácilmente cultivadas en pequeños huertos urbanos y en el patio de las casas, e incluso en espacios muy pequeños, como un balcón o el alféizar de una ventana o incluso dentro de la casa si hay suficiente luz. Emblemático es, por ejemplo, el caso de la primera empresa agro-urbano subterránea, que con la ayuda de lámparas LED (diodo emisor de luz), produce micro-hortalizas 'kilómetro 0' en los refugios antiaéreos de la Segunda Guerra Mundial en el centro de Londres.

Gracias al ciclo de crecimiento rápido es posible producir las micro-hortalizas tanto en tierra que con sistemas de cultivo sin suelo, todo el año y de manera económica y sostenible, incluso sin el uso de fertilizantes y productos químicos agrícolas (Ebert et al., 2014).

La posibilidad de autoproducir las micro-hortalizas, tal vez usando las semillas de variedades locales con alto contenido nutricional y utilizando incluso espacios pequeñísimos, no sólo contribuiría a aumentar la disponibilidad y el acceso a los alimentos de los sectores más pobres de la población mundial, sino que ayudaría a mejorar la calidad de los alimentos, aumentando la disponibilidad y la variedad de alimentos frescos ricos en nutrientes esenciales y beneficiosos para la salud humana.

Por otra parte, los micro-hortalizas suelen comerse crudas y enteras, limitando así la cantidad de residuos producidos y la pérdida o degradación de fitonutrientes que a menudo ocurre durante la fase de preparación en la cocina, especialmente para los alimentos cocinados (Di Gioia et al., 2015).



*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L. (Violetto di settembre)

#### References

- Boari F., Cefola M., Di Gioia F., Pace B., Serio F., Cantore V., 2013. Effect of cooking methods on antioxidant activity and nitrate content of selected wild Mediterranean plants. *Intern. J. Food Sci. Nutr.*, 64, 870-876.
- Davis D.R., Epp M.D., Riordan H.D., 2004. Changes in USDA food composition data for 43 garden crops, 1950 to 1999. *J. Am. Coll. Nutr.*, 23, 669-682.
- Davis D.R., 2009. Declining fruit and vegetable nutrient composition: what is the evidence? *HortScience*, 44, 15-19.
- Di Gioia F., Mininni C., Santamaria P. 2015. Ortaggi di Puglia, tra biodiversità e innovazione: il caso dei micro-ortaggi. In: *Il Giardino Mediterraneo*, Volume II, Edited by A.R. Somma. Mario Adda Editore, Bari, 158-164.
- Ebert A.W., 2014. Potential of underutilized traditional vegetables and legume crops to contribute to food and nutritional security, income and more sustainable production systems. *Sustainability*, 6, 319-335.
- Ebert A.W., 2015. High value specialty vegetable produce. In: *Handbook of Vegetables*, Edited by K.V. Peter and P. Hazra. Studium Press LLC, USA, 119-143.
- FAO, 2010. The State of the Food Insecurity in the World. Addressing food insecurity in protracted crises. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. <http://www.fao.org/docrep/013/i1683e/i1683e.pdf>. Accessed 20 Apr 2015.
- FAO, IFAD, WFP, 2015. The State of Food Insecurity in the World 2015. Meeting the 2015 international hunger targets: taking stock of uneven progress. Rome, FAO.
- Kahane R., Hodgkin T., Jaenicke H., Hoogendoorn C., Hermann M., Keatinge J.D.H., d'Arros Hughes J., Padulosi S., Looney N., 2013. Agrobiodiversity for food security, health and income. *Agron. Sustain. Dev.*, 33, 671-693.
- Orsini F., Kahane R., Nono-Womdim R., Gianquinto G., 2013. Urban agriculture in the developing world: a review. *Agron. Sustain. Dev.*, 33, 695-720.
- Treadwell D.D., Hochmuth R., Landrum L., Laughlin W., 2010. Microgreens: A new specialty crop. University of Florida, IFAS, EDIS publ. HS1164. <https://edis.ifas.ufl.edu/hs1164>. Accessed 7 Jul 2015.
- United States Department of Agriculture (USDA), 2014. Specialty greens pack a nutritional punch. *AgResearch Magazine*. <http://agresearchmag.ars.usda.gov/2014/jan/greens>. Accessed 7 Jul 2015.
- Xiao Z., 2013. Nutrition, sensory, quality and safety evaluation of a new specialty produce: microgreens. Doctoral dissertation. Faculty of the Graduate School of the University of Maryland. [http://drum.lib.umd.edu/bitstream/1903/14900/1/Xiao\\_umd\\_0117E\\_14806.pdf](http://drum.lib.umd.edu/bitstream/1903/14900/1/Xiao_umd_0117E_14806.pdf). Accessed 25 Jul 2015.
- Xiao Z., Lester G.E., Luo Y., Wang Q., 2012. Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens. *J. Agric. Food Chem.*, 60, 7644-7651.
- Yang R.Y., Keding G.B., 2009. Nutritional contributions of important African indigenous vegetables. *African indigenous vegetables in urban agriculture*. Earthscan, London, 105-144.



Microgreens



## 2. La scelta delle specie da coltivare

*The selection of the species to grow*

*La elección de las especies a cultivar*

Francesco Di Gioia, Beniamino Leoni, Pietro Santamaria



*Hirschfeldia incana* (L.) Lagr.- Foss. subsp. *incana*

Un aspetto che rende i micro-ortaggi particolarmente interessanti, anche dal punto di vista gastronomico e nutrizionale, è la possibilità di utilizzare specie e varietà caratterizzate da un'ampia gamma di forme, colori (verde, giallo, rosso, viola), consistenze (tenero, croccante, succulento) e sapori (dolce, neutro, acidulo, piccante) delle foglie cotiledonari e delle prime foglie vere (Di Gioia et al., 2015).

Le specie di ortaggi più comunemente utilizzate per la produzione di micro-ortaggi appartengono a diverse famiglie botaniche, tra cui quella delle Brassicaceae (ad esempio, cavolfiore, cavolo broccolo, cavolo cappuccio, cavolo cinese, cavolo da foglia, cavolo verza, cima di rapa, crescione, mizuna, ravanello, rucola, senape e tatsoi), Asteraceae (ad esempio, lattuga, indivia, scarola, cicoria, radicchio), Apiaceae (aneto, carota, finocchio, sedano), Amaryllidaceae (aglio, cipolla, porro), Amaranthaceae (amaranto, atreplice, bietola da coste, bietola da orto, spinacio) e Cucurbitaceae (melone, cetriolo, zucca).

Altre specie erbacee utilizzate per la produzione di micro-ortaggi sono i cereali (avena, grano tenero, grano duro, mais, orzo, riso), la quinoa, specie assimilabile ai cereali ma appartenente alla famiglia delle Amaranthaceae, le leguminose (cece, erba medica, fagiolo, fagiolino, fieno greco, fava, lenticchia, pisello, trifoglio), le oleaginose (girasole) e perfino specie da fibra come il lino, nonché diverse specie aromatiche quali basilico, erba cipollina, coriandolo e cumino (Di Gioia et al., 2015).

Nell'ambito di tutte queste specie è possibile utilizzare varietà commerciali selezionate per la produzione di micro-ortaggi, ma anche varietà e popolazioni locali, magari caratterizzate da plantule con forma, colore, consistenza e sapore particolari, e con un buon contenuto di fitonutrienti.



*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC.

*The selection of the species to grow - La elección de las especies a cultivar*

An aspect that makes microgreens particularly interesting, also from a gastronomic and nutritional point of view, is the possibility of using species and varieties whose cotyledonary leaves and first true leaves are characterized by a vast array of shapes, colors (green, yellow, red, purple), textures (tender, crunchy, juicy) and tastes (sweet, neutral, slightly sour, spicy) (Di Gioia et al., 2015).

The species of vegetables most commonly used to produce microgreens belong to several botanical families, among which, the Brassicaceae (e.g. cauliflower, broccoli, cabbage, Chinese cabbage, kale, Savoy cabbage, rappini or brassica raab, watercress, mizuna, radish, arugula, mustard and tatsoi), Asteraceae (e.g. lettuce, endive, escarole, chicory, radicchio), Apiaceae (dill, carrot, fennel, celery), Amarillydaceae (garlic, onion, leek), Amaranthaceae (amaranth, red orach, Swiss chard, beet, spinach) and Cucurbitaceae (melon, cucumber, squash).

Other herbaceous species commonly used to produce microgreens are cereals (oat, soft wheat, durum wheat, corn, barley, rice), quinoa, that often is assimilated to cereals but belongs to the Amaranthaceae family, leguminous (chickpea, alfalfa, bean, green bean, fenugreek, fava bean, lentil, pea, clover), oleaginous plants (sunflower) and even species of fiber plants like flax, as well as many aromatic species like basil, chives, cilantro and cumin (Di Gioia et al., 2015).

For all these species, it is possible to use either commercial varieties, some of them particularly selected for the production of microgreens, or local varieties and populations, possibly characterized by seedlings with a particular shape, color, texture and taste and by a high content of phytonutrients.

Un aspecto que hace las micro-hortalizas particularmente interesantes, también en términos de gastronomía y nutrición, es la posibilidad de utilizar los cotiledones y las primeras hojas verdaderas de especies y de variedades caracterizadas por una gran variedad de formas, colores (verde, amarillo, rojo, púrpura), consistencia (tierno, crujiente, succulenta) y sabores (dulce, neutros, ácidos, picantes) (Di Gioia et al., 2015).

Las especies de hortalizas más utilizadas para la producción de micro-hortalizas pertenecen a distintas familias botánicas, incluyendo la de las Brassicaceae (por ejemplo, la coliflor, el brócoli, el repollo, la col china, la col rizada, col de Saboya, la "cima di rapa" – *Brassica rapa sylvestris*, hojas de nabo, berros, mizuna, rábano, rúcula, mostaza y tatsoi), Asteraceae (por ejemplo, lechuga, endibia, escarola, achicoria común, radicchio), Apiaceae (eneldo, zanahoria, hinojo, apio), Amaryllidaceae (ajo, cebolla, puerro), Amaranthaceae (amaranto, atreplíce, acelga, remolacha, espínaca) y Cucurbitaceae (melón, pepino, calabaza).

Otras especies utilizadas para la producción de micro-hortalizas son los cereales (avena, trigo harinero, trigo duro, maíz, cebada, arroz), la quinoa, especie similar a los cereales, pero perteneciente a la familia Amaranthaceae, las leguminosas (garbanzos, alfalfa, judías, fenogreco, habas, lentejas, guisantes, trébol), semillas oleaginosas (girasol) e incluso especies como el lino y varias especies aromáticas como la albahaca, el cebollino, el cilantro y el comino (Di Gioia et al., 2015).

En todas estas especies es posible el uso de variedades comerciales seleccionadas para la producción de micro-hortalizas, pero también de variedades y poblaciones locales, en muchos casos caracterizadas por plántulas con forma, color, textura y gusto particular, y con un buen contenido de fitonutrientes.



*Urospermum delectampii* (L.) F.W. Schmidt

Infine, numerosissime sono le specie spontanee, tradizionalmente utilizzate nella cucina popolare, che possono essere valorizzate attraverso la produzione di micro-ortaggi e che potenzialmente possono fornire una vasta gamma di colori, forme, sapori e soprattutto nutrienti essenziali benefici per la salute dei consumatori (Di Gioia et al., 2015). Tra le piante spontanee eduli, alcune delle specie più interessanti su cui puntare per la produzione di micro-ortaggi sono, ad esempio: amaranto comune (*Amaranthus retroflexus* L.), amaranto cruento (*Amaranthus cruentus* L.), bietolina (*Beta vulgaris* L. subsp. *maritima* (L.) Arcang.), boccione maggiore (*Urospermum dalechampii* (L.) F.W. Schmidt), boccione minore (*Urospermum picroides* (L.) Scop. ex F.W. Schmidt), borragine (*Borago officinalis* L.), chenopodio (*Chenopodium album* L.), cicoria (*Cichorium intybus* L.), finocchio marino (*Crithmum maritimum* L.), ruchetta violacea (*Diplotaxis eruroides* (L.) DC.), ruchetta selvatica (*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC.), finocchietto selvatico (*Foeniculum vulgare* Mill.), crescita d'acqua (*Nasturtium officinale* R. Br. subsp. *officinale*), portulaca (*Portulaca oleracea* L.), ravanello selvatico (*Raphanus raphanistrum* L.), salicornia (*Salicornia patula* Duval-Jouve), senape (*Sinapis alba* L.), senape canuta (*Hirschfeldia incana* (L.) Lagr.-Foss.), tarassaco (*Taraxacum officinale* Weber), barba di becco (*Tragopogon porrifolius* subsp. *australis* (Jord.) Nymam).

D'altra parte, è importante prestare massima attenzione alla scelta delle specie da destinare alla produzione di micro-ortaggi, valutando attentamente la commestibilità di ciascuna specie allo stadio di plantula. Infatti, è possibile utilizzare tutte quelle specie la cui commestibilità è ben nota, mentre occorre escludere le specie spontanee o domestiche le cui plantule non sono commestibili, tra cui, ad esempio,



Lastly, there are plenty of wild species, traditionally used in the folk cookery, that can be valorized through the production of microgreens and that can potentially provide a wide range of colors, shapes, tastes and, above all, essential nutrients beneficial for the consumers health (Di Gioia et al., 2015). Among the wild edible plants, some of the most interesting species that may be considered for the production of microgreens are, for example: common amaranth (*Amaranthus retroflexus* L.), blood amaranth (*Amaranthus cruentus* L.), sea beet (*Beta vulgaris* L. subsp. *maritima* (L.) Arcang.), smooth golden fleece (*Urospermum dalechampii* (L.) F.W. Schmidt), prickly goldenfleece (*Urospermum picroides* (L.) Scop. ex F.W. Schmidt), borage (*Borago officinalis* L.), pigweed (*Chenopodium album* L.), wild chicory (*Cichorium intybus* L.), sea fennel (*Crithmum maritimum* L.), white wall rocket (*Diplotaxis eruroides* (L.) DC.), wild rocket (*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC.), wild fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.), watercress (*Nasturtium officinale* R. Br. subsp. *officinale*), common purslane (*Portulaca oleracea* L.), wild radish (*Raphanus raphanistrum* L.), salicornia (*Salicornia patula* Duval-Jouve), white mustard (*Sinapis alba* L.), Mediterranean mustard (*Hirschfeldia incana* (L.) Lagr.-Foss.), common dandelion (*Taraxacum officinale* Weber), goatsbeard (*Tragopogon porrifolius* subsp. *australis* (Jord.) Nymam).

On the other hand, it is important to pay particular attention in the choice of the species that can be used to produce microgreens, by assessing attentively the edibility of each species at the seedling stage. Indeed, it is possible to use all those species whose edibility is well known, whereas all the wild or domesticated species whose seedlings are not edible must be excluded. Among those, for example the species belonging to the Solanaceae family such as tomato, pepper and eggplant at the seedling stage contain anti-nutrients and therefore cannot be considered edible.

Por último, numerosas especies espontáneas, utilizadas tradicionalmente en la cocina popular, pueden ser valorizadas a través de la producción de micro-hortalizas, ya que pueden proporcionar una amplia gama de colores, formas, sabores y sobretodo de nutrientes esenciales beneficiosos para la salud de los consumidores (Di Gioia et al., 2015). Entre las plantas silvestres comestibles, algunas de las especies más interesantes sobre las que se puede centrar la producción de micro-hortalizas son, por ejemplo: amaranto común (*Amaranthus retroflexus* L.), huauhtli (*Amaranthus cruentus* L.), acelga (*Beta vulgaris* L. subsp. *maritima* (L.) Arcang.), lechuguilla (*Urospermum dalechampii* (L.) F.W. Schmidt), barba de Jove o barba de viejo (*Urospermum picroides* (L.) Scop. ex F.W. Schmidt), borraja (*Borago officinalis* L.), cenizo (*Chenopodium album* L.), achicoria (*Cichorium intybus* L.), hinojo marino o perejil marino (*Crithmum maritimum* L.), jaramago (*Diplotaxis eruroides* (L.) DC.), rúcula (*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC.), hinojo silvestre (*Foeniculum vulgare* Mill.), berro de agua o mastuerzo de agua (*Nasturtium officinale* R. Br. subsp. *officinale*), verdolaga (*Portulaca oleracea* L.), rabizón o rábano silvestre (*Raphanus raphanistrum* L.), salicornia (*Salicornia europaea* L.), mostaza blanca (*Sinapis alba* L.), rabaniza amarilla (*Hirschfeldia incana* (L.) Lagr.-Foss.), achicoria amarga (o diente de león, taraxacón, etc. – *Taraxacum officinale* Weber), salsifí común (o barba de cabra, barba cabruna, etc. – *Tragopogon porrifolius* subsp. *australis* (Jord.) Nymam).

Por otro lado, es importante prestar atención a la elección de las especies que serán destinadas a la producción de micro-hortalizas, evaluando cuidadosamente la comestibilidad de cada especie en el estado de plántula. De hecho, se pueden utilizar todas las especies cuya comestibilidad es bien conocida, pero no se deben usar especies domesticadas o salvajes cuyas



*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L. (Violetto)

anche alcune specie di ortaggi appartenenti alla famiglia delle Solanaceae, come pomodoro, peperone e melanzana, che allo stadio di plantula possono avere un elevato contenuto di anti-nutrienti e quindi sono considerate non commestibili.

La scelta delle specie da destinare alla produzione di micro-ortaggi è legata quindi in primo luogo alla loro commestibilità allo stadio di plantula. Accertata la commestibilità, il prodotto deve risultare pienamente accettabile ed attraente per il consumatore. In tal senso, sapore, odore, consistenza e colore sono fondamentali per l'accettabilità da parte del consumatore e le aziende che producono micro-ortaggi a livello commerciale sono costantemente alla ricerca di nuove specie da coltivare, caratterizzate da forme belle, colori evidenti, sapori nuovi e particolari.

Sulla base del sapore distinguiamo i micro-ortaggi di gusto neutro (cima di rapa, spinacio), acidulo (bietola, salicornia) e piccante (crescione, ravanello, rucola), mentre i micro-ortaggi ottenuti da Cucurbitaceae sono spesso amari. Per la maggior parte dei micro-ortaggi di cui conosciamo il sapore dei corrispettivi ortaggi adulti, il loro sapore non è "micro" ma evidente e concentrato. Per altre specie di cui solitamente non mangiamo la pianta allo stato fresco, quali ad esempio i cereali, le leguminose, il girasole o il lino, il sapore risulterà nuovo per gran parte dei consumatori e comunque è distintivo della specie.

L'odore dei micro-ortaggi può essere intenso, come nel caso di molte specie aromatiche, e lieve o poco percettibile nel caso di molte specie di ortaggi.

In funzione della consistenza distinguiamo specie succulente (salicornia, finocchio marino, bietola da costa, girasole), croccanti (sedano) e specie di consistenza normale (Brassicaceae e Asteraceae).



*The selection of the species to grow - La elección de las especies a cultivar*

For this reason, the selection of species that may be used to produce microgreens is firstly linked to their edibility at the seedling stage. Once assessed that the species is edible, the product should have also a good palatability, resulting fully acceptable and attractive for the consumer. Flavor, smell, texture and color are in fact fundamental traits for the consumer acceptability of the product, and companies producing microgreens at commercial level are always searching new species characterized by attractive shapes, bright colors, new and particular flavors.

Depending on the flavor, it is possible to distinguish microgreens with neutral (rappini, spinach), slightly sour (beet and salicornia) and spicy taste (watercress, radish and arugula), whereas microgreens of Cucurbitaceae are often bitter. As compared to the standard vegetables, the flavor of most of the microgreens is not 'micro' but strong and concentrated. For other species such as cereals, leguminous, sunflower or flax, whose standard fresh plant is usually not edible, the taste will be new to most consumers and, however, is distinctive of the species.

The smell of microgreens can be intense, as for many aromatic herbs, and delicate or barely perceptible as in the case of many species of vegetables. Based on the texture it is possible to distinguish species with juicy (salicornia, sea fennel, beet, sunflower), crunchy (celery) and regular texture (Brassicaceae and Asteraceae).

Depending on the color, it is possible to distinguish species of microgreens that are green (broccoli, radish, arugula, celery, spinach), yellow (etiolated pea, etiolated corn), red (red orach, amaranth, chenopodium), crimson (red cabbage, red basil, radish) or multi-color (beet, sorrel, mustard).

plántulas no son comestibles, incluyendo, por ejemplo, algunas especies de hortalizas que pertenecen a la familia de las solanáceas, como los tomates, pimienta y berenjena, que en la fase de plántula puede tener un alto contenido de antinutrientes y por lo tanto se consideran no comestibles.

La elección de las especies destinadas a la producción de micro-hortalizas está por tanto vinculada principalmente a su comestibilidad en el estado de plántula. Comprobada la comestibilidad, el producto debe ser totalmente aceptable y atractivo para el consumidor. En este sentido, el sabor, el olor, la textura y el color son fundamentales para la aceptación del producto por parte del consumidor y por ello, las empresas que producen comercialmente micro-hortalizas están en búsqueda constante de nuevas especies para cultivar, caracterizadas por hermosas formas, colores evidentes y sabores nuevos y particulares.

En base al sabor, se pueden distinguir micro-hortalizas con gusto neutro ("cima di rapa", espinaca), amargo (acelga, salicornia) y picante (berro, rábano, rúcula), mientras que las micro-hortalizas producidas por las cucurbitáceas son a menudo amargas. Para la mayoría de las micro-hortalizas, donde el sabor de las plantas adultas no se conoce, su sabor no es "micro" sino notable y concentrado. Para otras especies, donde normalmente no se come la planta en estado fresco, como los cereales, las legumbres, el girasol o el lino, el sabor será nuevo para la mayoría de los consumidores y distintivo de la especie.

El olor de las micro-hortalizas puede ser intenso, como en el caso de muchas especies aromáticas, y leve o poco perceptible en el caso de muchas especies de hortalizas.





Per il colore è possibile distinguere specie di micro-ortaggi di colore verde (cavolo broccolo, ravanello, rucola, sedano, spinacio), giallo (pisello eziolato, mais eziolato), rosso (atrelice rossa, amaranto, chenopodio), porpora (cavolo cappuccio, basilico rosso, ravanello) o di colore variegato (bietolina, romice, senape). Anche lo stelo delle plantule può avere più colori, dal bianco al rosso, e presentare a volte una spiccata tomentosità.

Dal punto di vista agronomico e commerciale la scelta delle specie da coltivare per la produzione di micro-ortaggi è legata molto alla disponibilità di seme di qualità, caratterizzato da elevata ed omogenea germinabilità, non trattato chimicamente, igienicamente sicuro ma allo stesso tempo disponibile a basso costo. Inoltre, è importante la scelta di specie che siano coltivabili tutto l'anno e che non abbiano esigenze termiche ed ambientali particolari, soprattutto in fase di germinazione. Infine, un aspetto critico a livello commerciale è la durata post raccolta o *shelf life* del prodotto.



*The selection of the species to grow - La elección de las especies a cultivar*

*The stem of the seedlings can also have different colors, from white to red and, sometimes, it can be characterized by a strong tomentosity.*

*From an agronomic and commercial point of view, the selection of the species for the production of microgreens is strongly dependent from the availability of seeds of good quality, characterized by high and homogeneous germinability, not treated with chemicals, hygienically safe and, at the same time, available at a low cost. Moreover, it is important to choose species that can be grown all year round and that do not have particular thermal and environmental needs, especially during the germination phase. Finally, a critical aspect at commercial level is the shelf life of the product.*

*En función de la consistencia distinguimos especies suculentas (salicornia, hinojo marino, acelga, girasol), crujiente (apio) y de consistencia normal (Brassicaceae y Asteraceae).*

*En base al color, se pueden distinguir micro-hortalizas de color verde (brócoli, rábano, rúcula, apio, espinacas), amarillo (guisante, maíz), rojo (atreplíce rojo, amaranto, quenopodio), violeta (repollo, albahaca roja, rábano) o de color variegado (acelga, acedera, mostaza). También el tallo de las plántulas puede tener más colores, del blanco al rojo y, a veces, puede presentar una fuerte pubescencia.*

*Desde el punto de vista agronómico y comercial la elección de las especies que pueden ser cultivadas para producir micro-hortalizas está muy vinculada a la disponibilidad de semillas de calidad, que se caracterizan por una germinación elevada y homogénea, no tratadas químicamente, higiénicamente seguras y al mismo tiempo disponibles a bajo coste. Además, es importante la elección de especies que sean cultivables todo el año y que no tengan exigencias térmicas particulares, sobretodo durante la fase de germinación. Por último, un aspecto crítico a nivel comercial es la duración poscosecha o shelf life del producto.*



*Saxifraga rotundifolia L.*

### ALCUNI ESEMPI

**Micro senape rossa.** Sono caratterizzati da gusto piccante tipico delle Brassicaceae che allude alla presenza di glucosinolati (composti solforati anticancro per eccellenza) e da foglie cotiledonari tipicamente cuoriformi, di colore verde con sfumature di rosso inizialmente intenso e poi man mano più chiaro con l'espansione dei cotiledoni. Le foglie vere, più sottili e di forma diversa rispetto alle foglie cotiledonari, si presentano di colore verde pallido con venature rosso chiaro.

### SOME EXAMPLES

**Micro red mustard.** These microgreens are characterized by the spicy pungent taste typical of the Brassicaceae, which is due to the presence of glucosinolates (anti-cancer sulfur compounds par excellence) and by heart-shaped cotyledonary leaves whose color is green with some red shades that are intense at the beginning and become lighter and lighter as the cotyledons develop. The true leaves, thinner and characterized by a different shape compared to the cotyledonary leaves, are pale green with light red shades.

### ALGUNOS EJEMPLOS

**Micro mostaza castaña.** Se caracteriza por el sabor picante típico de las Brassicaceae debido a la presencia de glucosinolatos (compuestos del azufre anticancerosos por excelencia) y cotiledones normalmente en forma de corazón, inicialmente verdes con tonos de rojo intenso, volviéndose más claros el crecimiento de los cotiledones. Las verdaderas hojas, más finas y de una forma diferente a la de los cotiledones, son de color verde pálido con vetas rojas claras.



**Micro rucola.** Sono generalmente di taglia ridotta (4-5 cm), caratterizzati da uno stelo molto esile, foglie cotiledonari cuoriformi, tipiche delle Brassicaceae, e di colore verde intenso e foglie vere di forma allungata con margine irregolarmente crenato. Il gusto, generalmente meno intenso della rucola raccolta allo stadio di *baby leaf*, è leggermente piccante e tipico delle Brassicaceae.

**Micro rocket salad.** These microgreens are usually small-sized (4-5cm), have a very thin stem, heart-shaped green cotyledonary leaves typical of the Brassicaceae. True leaves are elongate with irregularly crenate margins. The flavor slightly spicy and typical of the Brassicaceae is usually less intense in the microgreens as compared to the rocket salad harvested at the baby leaf stage.

**Micro rúcula.** Son generalmente de pequeño tamaño (4-5 cm), caracterizada por un tallo muy fino, cotiledones en forma de corazón, típico de las Brassicaceae, y de color verde oscuro, mientras que las hojas verdaderas son de forma alargada y con margen irregularmente crinado. El sabor es generalmente menos intenso que el de la rúcula recolectada en el estadio de baby leaf, ligeramente picante y típico de las Brassicaceae.



**Micro bietola rossa.** Sono caratterizzati da uno stelo di colore inizialmente rosso intenso poi tendente al fucsia e al rosa man mano che il germoglio si estende in lunghezza; le foglie cotiledonari sono di colore verde chiaro, in alcuni casi con leggere sfumature rosso scuro, forma allungata e margine intero. Generalmente sono raccolti all'altezza di 5-6 cm, prima della formazione delle prime foglie vere, che risultano poco gradevoli al palato quando mangiate crude. Sia lo stelo che i cotiledoni sono caratterizzati da uno spessore maggiore rispetto ad altri micro-ortaggi e hanno consistenza piuttosto succulenta. Il gusto, sebbene neutro, richiama molto il sapore delle bietoline di campo ed è leggermente acidulo.

*Micro red leaf-beet.* Characterized by a stem initially deep red, that as the seedlings develop becomes fuchsia and then pink. The elongated cotyledonary leaves with entire margins are light green, and in some cases may have some dark red shades. Generally harvested at the height of 5-6 cm before the development of the first true leaves, which are not very palatable especially if eaten raw. Both stem and cotyledons are thicker than the other microgreens and their texture is quite succulent. Although neutral, the flavor is slightly sour and very similar to that of the regular Swiss chard.

*Micro acelga roja.* Se caracteriza por un tallo de un color rojo intenso inicialmente, que vira al fucsia y al rosa al crecer en longitud; los cotiledones son de color verde claro, a veces con tonos rojo claro en el margen, de forma alargada y con margen entero. Generalmente se cortan con una la altura de 5-6 cm, antes de la formación de las primeras hojas verdaderas, las cuales no son muy agradables al paladar cuando se comen crudas. El tallo y los cotiledones de la acelga roja se caracterizan por tener un mayor espesor respecto a otras micro-hortalizas y tienen una consistencia más bien succulenta. El sabor, aunque neutral, recuerda mucho al de las acelgas y es ligeramente ácido.



**Micro basilico rosso.** Sono generalmente raccolti all'altezza di 6-9 cm allo stadio di prime foglie vere. Sono caratterizzati dal profumo tipico del basilico e da un gusto leggermente piccante tipico del basilico rosso. Lo stelo è piuttosto succulento e assume un colore rosa pallido tendente al bianco perla. I cotiledoni hanno la forma tipica delle Lamiaceae, inizialmente color porpora, quando sono espansi diventano verdi con sfumature color porpora. Le foglie vere hanno forma diversa da quella del normale basilico e assumono colorazioni variabili dal verde al porpora.

**Micro red basil.** These microgreens are usually harvested at the height of 6-9 cm at the stage of first true leaves. They are characterized by the typical aroma and slightly spicy taste of the red basil. The stem is quite succulent and its color is pearl-whitish pale pink. The cotyledons have the typical shape of the Lamiaceae, their color is crimson at the beginning and then green with crimson shades when they develop. The true leaves have a different shape than that of the regular green basil and their color varies from green to crimson.

**Micro albahaca roja.** Las plántulas se cortan generalmente con una altura de 6-9 cm en el estado de las primeras hojas verdaderas. Se caracteriza por el olor característico de la albahaca y un sabor ligeramente picante típico de la albahaca roja. El tallo es muy succulento y adquiere un color rosa pálido, casi blanco perla. Los cotiledones tienen la forma típica de las Lamiaceae, inicialmente son de color púrpura, y cuando se expanden se convierten en verdes con tonos de púrpura. Las hojas verdaderas tienen una forma distinta a la de la albahaca normal y con colores que van del verde al púrpura.



**Micro erba cipollina.** Sono caratterizzati da odore e gusto tipico di erba cipollina. Vengono raccolti generalmente all'altezza di 8-12 cm; spesso i teneri germogli mantengono all'apice i tegumenti del seme come se ciascun germoglio avesse un elegante cappello. Recidendo le piantine ad un'altezza maggiore, l'erba cipollina è una delle poche specie di micro-ortaggi che può fornire più raccolti dalla stessa pianta.

**Micro chives.** These microgreens are characterized by the same aroma and taste of the regular chives. They are usually harvested at the height of 8-12 cm; the tender shoots often keep on the tip the seed integuments as if each seedling is wearing an elegant hat. Cutting the little plants to a higher level, chives are among the few microgreens species that can provide more harvests from the same seedlings.

**Micro cebollino.** Se caracteriza por el olor y el sabor típico de las cebolletas. Las plántulas se cortan generalmente con una la altura de 8-12 cm; a menudo los brotes tiernos mantienen al ápice las cáscaras de las semillas, como si cada brote tuviera un elegante sombrero. Si el corte de las plántulas viene realizado a una altura mayor, el cebollino es una de las pocas especies de micro-hortalizas que puede proporcionar más cosechas de la misma planta.



**Micro pisello.** Hanno il gusto dolce e tipico dei piselli freschi. Le piantule di pisello sono raccolte all'altezza di 8-12 cm e sono contraddistinte da uno stelo cilindrico con foglie sessili (ossia prive di picciolo), opposte e di colore verde pisello con piccole screziature ed una leggera patina cerosa che rende le foglioline un po' idrofobiche. In quasi tutte le varietà, le foglie sono accompagnate anche da piccoli viticci che rendono queste piantine particolarmente eleganti.

**Micro pea shoots.** Pea shoots have the same sweet flavor of the fresh peas. They are harvested at a height of 8-12 cm and are characterized by a cylindrical stem with sessile leaves (leaves without petiole), one opposed to the other, and they are pea green with small variegations and a thin waxy coating that makes the leaves hydrophobic. In almost all the varieties, the leaves also have small tendrils that make these little plants particularly elegant.

**Micro guisante.** Tiene el sabor dulce y típico de los guisantes verdes frescos. Las plántulas de guisante se cosechan a una altura de 8-12 cm y se caracterizan por un tallo cilíndrico con hojas sésiles (sin peciolo), opuestas, de color verde con pequeñas rayas y una ligera capa cerosa que las hace ligeramente hidrofóbicas. En casi todas las variedades, las hojas también se acompañan de pequeños zarcillos, donando a las plántulas de elegancia.

**Reference**

Di Gioia F., Mininni C., Santamaria P. 2015. Ortaggi di Puglia, tra biodiversità e innovazione: il caso dei micro-ortaggi. In: Il Giardino Mediterraneo, Volume II, Edited by A.R. Somma. Mario Adda Editore, Bari, 158-164.





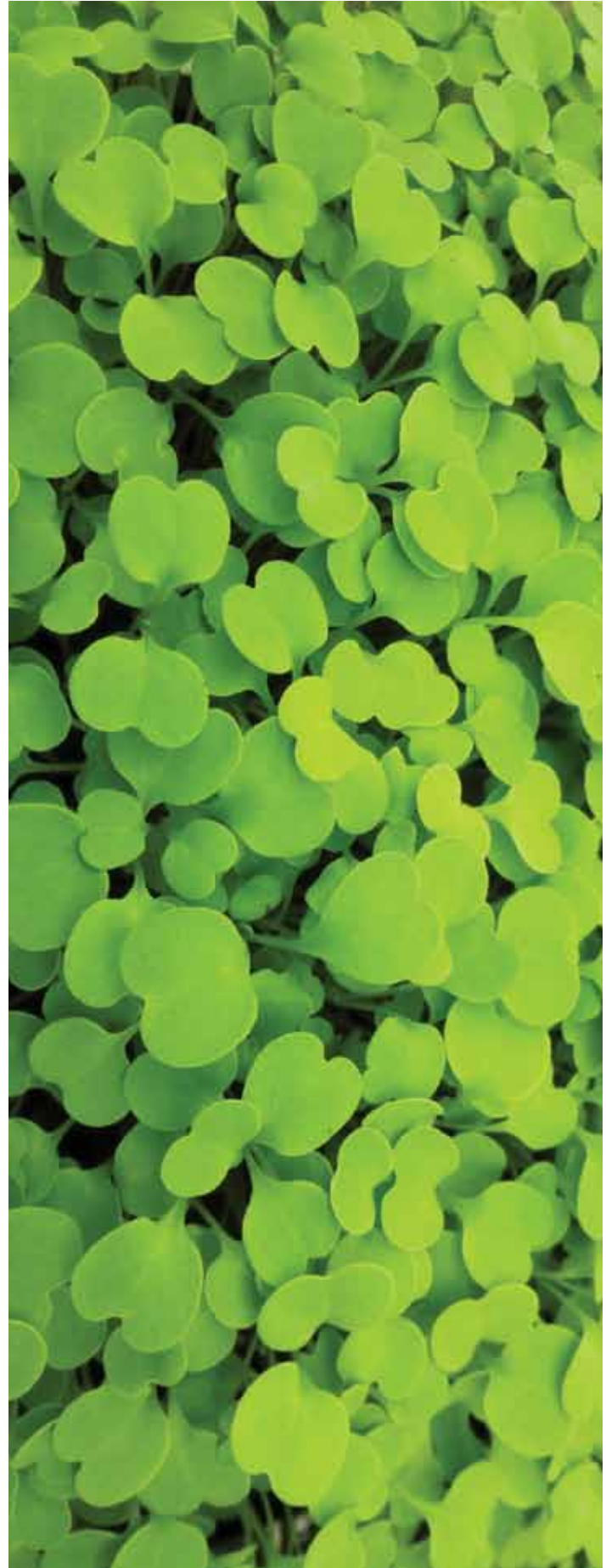


### 3. Le proprietà nutrizionali dei micro-ortaggi

*The nutritional properties of microgreens*

*Las propiedades nutricionales de las micro-hortalizas*

Francesco Di Gioia, Pietro Santamaria



Diffusi prima in Nord America e poi in Nord Europa, Asia e Oceania, i micro-ortaggi sono sempre più utilizzati da chef dell'alta cucina per preparare piatti *gourmet*, destinati a consumatori sempre più esigenti e soprattutto *health conscious*, ossia attenti alla propria salute, alla dieta e alla qualità degli alimenti.

Sebbene spesso siano impiegati soprattutto per assolvere ad una funzione estetica di decorazione dei piatti, i micro-ortaggi hanno anche un ottimo profilo nutrizionale e rappresentano oggi una delle novità più interessanti nel mercato dei prodotti ortofrutticoli freschi, al punto da essere considerati dei veri e propri "alimenti funzionali" o "super alimenti" (Treadwell et al., 2010), in quanto oltre all'apporto di nutrienti possono fornire componenti bioattivi, capaci di migliorare alcune funzioni dell'organismo e/o ridurre i rischi di malattie.

Un recente studio, condotto da un gruppo di ricercatori del Dipartimento di Agricoltura degli Stati Uniti (USDA) e dell'Università del Maryland, analizzando il contenuto di vitamine (vit. C, vit. E e vit. K) e carotenoidi ( $\beta$ -carotene, luteina e zeaxantina) di venticinque specie di micro-ortaggi, ha messo in evidenza che rispetto agli ortaggi convenzionali, raccolti a maturazione commerciale standard, i micro-ortaggi hanno un contenuto di composti antiossidanti anche decine di volte più alto (Xiao et al., 2012). Ad esempio, nel caso del cavolo rosso, confrontando i valori del contenuto delle suddette vitamine nel micro-ortaggio con quelli riportati in letteratura per la stessa specie raccolta a maturazione normale, è risultato che il micro-ortaggio ha un contenuto medio maggiore di vit. C di sei volte (147 vs 23,5 mg/100 g di prodotto fresco - PF), di vit. E addirittura di quattrocento volte (24,1 vs 0,06 mg/100 g di PF) e di vit. K di sessanta volte (2,4 vs 0,04  $\mu$ g/g di PF) (Xiao et al., 2012). Considerando i valori di assunzione giornaliera raccomandati dall'Agenzia Europea sulla Sicurezza Alimentare (EFSA) di vit. C (60 mg), vit. E (13 mg) e vit. K (70  $\mu$ g), per un adulto di peso medio, sulla base del contenuto di vit. C, vit. E e vit. K determinato nello stesso studio, per alcune delle specie considerate è possibile dimostrare che pochi grammi di micro-ortaggi possono soddisfare interamente la dose giornaliera raccomandata di queste tre vitamine (Tab. 1).

Ad esempio, per un adulto di peso medio, sarebbe sufficiente consumare circa 41 g di micro cavolo rosso (*red cabbage*) per soddisfare la dose giornaliera raccomandata di vit. C, oppure 15 g di micro ravanella (*green radish*) per soddisfare la dose giornaliera di vit. E, e solo 17 g di micro amaranto rosso (*garnet amaranth*) per soddisfare la dose raccomandata giornaliera di vit. K (Tab. 1).

Oltretutto, occorre considerare che rispetto agli ortaggi convenzionali spesso utilizzati cotti, il consumo crudo dei micro-ortaggi ha il vantaggio di evitare la perdita di nutrienti o la degradazione delle vitamine termolabili.



Microgreens are already popular in North America and also in North Europe, Asia and Oceania and are increasingly used by haute cuisine chefs to prepare gourmet dishes intended to satisfy the needs of modern consumers, more and more health conscious and particularly attentive to their health, diet and food quality.

Although are often used with the main aesthetic purpose of garnishing dishes, microgreens also have a very good nutritional profile and represent, today, one of the most interesting innovations in the market of fresh fruit and vegetables to the extent that they are considered 'functional foods' or 'super foods' (Treadwell et al., 2010) as, in addition to the intake of nutrients, they can also provide bioactive compounds able to improve some functions of the organism and/or reduce the risk of diseases.

A recent study, conducted by a group of researchers of the U.S. Department of Agriculture (USDA) and the University of Maryland, analyzing the concentration of vitamins (Vitamin C, E and K) and carotenoids ( $\beta$ -carotene, lutein and zeaxanthin) in twenty-five varieties of microgreens, demonstrated that as compared to regular vegetables, harvested at the standard commercial ripening stage, microgreens have a content of antioxidant compounds even ten times higher (Xiao et al., 2012). For instance, in the case of the red cabbage, comparing the amount of the above-mentioned vitamins in the microgreens with those reported in the literature for the same species harvested at a regular ripening stage, microgreens showed an average content of Vitamin C six times higher (147 vs 23.5 mg/100 g of fresh product - FP), a four hundred times higher value of Vitamin E (24.1 vs 0.06 mg/100 g of FP) and a sixty times higher content of Vitamin K (2.4 vs 0.04  $\mu$ g/g of FP) (Xiao et al., 2012). Considering the daily intake levels recommended by the European Food Safety Authority (EFSA) for Vitamin C (60 mg), Vitamin E (13 mg) and Vitamin K (70  $\mu$ g) for an adult of medium weight, given the content of Vitamin C, E and K estimated in the same study, for some of the species analyzed it is possible to demonstrate that even few grams of microgreens can entirely satisfy the recommended daily intake of these three vitamins (Table 1).

For example, for an adult of medium weight, the consumption of about 41 g of red cabbage microgreens would be enough to fulfill the recommended daily intake of Vitamin C, or 15 g of green radish microgreens would satisfy the daily intake of Vitamin E and just 17 g of garnet amaranth microgreens would be enough to fulfill the daily intake of Vitamin K (Table 1). Moreover, it is worth of note that, compared to the conventional vegetables often used cooked, the consumption of raw microgreens, has the advantage of avoiding the loss of nutrients or the degradation of thermolabile vitamins.

Las micro-hortalizas, difundidas inicialmente en América del Norte y más tarde en el norte de Europa, Asia y Oceanía, son cada vez más utilizadas por los cocineros en la alta cocina para la preparación de platos gourmet, y se dirigen a los consumidores que cada vez son más exigentes y sobre todo health conscious, es decir, atentos a su propia salud, a la dieta y a la calidad de los alimentos.

A pesar de que a menudo se utilizan principalmente para cumplir con una decoración estética de los platos, las micro-hortalizas tienen también un excelente perfil nutricional y son una de las novedades más interesantes en el mercado de frutas y hortalizas frescas, hasta el punto de ser consideradas verdaderos "alimentos funcionales" o "súper alimentos" (Treadwell et al., 2010) porque, además del aporte de nutrientes, pueden proporcionar componentes bioactivos, capaces de mejorar algunas funciones del organismo y/o reducir el riesgo de enfermedades.

Un estudio reciente, realizado por un grupo de investigadores del Departamento de Agricultura (USDA) y de la Universidad de Maryland (USA), que analiza el contenido de vitaminas (vit. C, Vit. E y vit. K) y carotenoides ( $\beta$ -caroteno, luteína y zeaxantina) de veinticinco especies de micro-hortalizas, ha evidenciado que en comparación con las hortalizas convencionales, cosechadas en el punto de madurez comercial, las micro-hortalizas tienen un contenido de compuestos antioxidantes de hasta incluso doce veces mayor (Xiao et al., 2012). Por ejemplo, en el caso de la col roja, comparando los valores del contenido de estas vitaminas en las micro-hortalizas con los valores reportados en la literatura para la misma especie recolectada en el estadio de normal maduración, se encontró que la micro-hortaliza tiene un contenido promedio de seis veces mayor para la vitamina C (147 vs 23.5 mg / 100 g de producto fresco - PF), de hasta cuatrocientas veces para la vitamina E (24,1 vs 0,06 mg / 100 g de PF) y de sesenta veces para la vitamina K (2,4 vs 0,04 g / g de PF) (Xiao et al., 2012). Teniendo en cuenta los valores del consumo diario recomendado por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (European Food Safety Authority - EFSA) de vitamina C (60 mg), vitamina E (13 mg) y vitamina K (70  $\mu$ g), para un adulto de peso medio, y en base al contenido de vit. C, vit. E y vit. K determinado en el estudio arriba citado, para algunas de las especies en cuestión es posible demostrar que unos pocos gramos de micro-hortalizas pueden satisfacer plenamente la ingesta diaria recomendada de estas tres vitaminas (Tab. 1).

Por ejemplo, para un adulto de peso medio, sería suficiente consumir alrededor de 41 g de micro col roja (red cabbage) para satisfacer la dosis diaria recomendada de vitamina C, 15 g de micro rábano (green radish) para la dosis diaria de vitamina E, y sólo 17 g de micro amaranto rojo (garnet amaranth) para la dosis diaria recomendada de vitamina K (Tab 1).

Por otra parte, hay que considerar que en comparación con las hortalizas convencionales, que normalmente se consumen cocidas, el consumo en crudo de las micro-hortalizas tiene la ventaja de evitar la pérdida de nutrientes o la degradación de las vitaminas termolábiles.

**Table 1 – Contents of ascorbic acid (vitamin C),  $\alpha$ -tocopherol (vitamin E) and phyloquinone (vitamin K) in some species of microgreens and relative amount of fresh product (FP) necessary to satisfy the recommended daily intake of each vitamin for an adult <sup>1,2</sup>.**

Microgreen	Species	Vitamin content			Amount of FP necessary to satisfy the recommended daily intake of:		
		Vit. C	Vit. E	Vit. K	Vit. C	Vit. E	Vit. K
		mg/100 g FP	mg/100 g FP	$\mu$ g/g FP	g	g	g
Garnet amaranth	<i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.	131.6	17.1	4.1	46	76	17
Opal basil	<i>Ocinum basilicum</i> L.	90.8	24.0	3.2	66	54	22
Red beet	<i>Beta vulgaris</i> L.	46.4	34.5	2.0	129	38	35
Red cabbage	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i>	147.0	24.1	2.8	41	54	25
Cilantro	<i>Coriandum sativum</i> L.	40.6	53.0	2.5	148	25	28
Peppergrass	<i>Lepidium banariense</i> L.	57.2	41.2	2.4	105	32	29
Pea tendrils	<i>Pisum sativum</i> L.	50.5	35.0	3.1	119	37	23
Green radish	<i>Raphanus sativus</i> L.	70.7	87.4	1.9	85	15	37
Arugula	<i>Eruca sativa</i> Mill.	45.8	19.1	1.6	131	68	44
Celery	<i>Apium graveolens</i> L.	45.8	18.7	2.2	131	70	32
Popcorn shoots	<i>Zea mays</i> L.	31.8	7.8	0.9	189	167	78
Golden pea tendrils	<i>Pisum sativum</i> L.	25.1	4.9	0.7	239	265	100

1 Average values of vitamin C, E and K measured by Xiao et al. (2012).

2 The daily intake recommended by the EFSA for adults is 60 mg for vit. C, 13 mg for vit. E and 70  $\mu$ g for vit. K.

Oltre all'elevato contenuto di vitamine e composti antiossidanti, i micro-ortaggi possono fornire un buon apporto di elementi minerali (Di Gioia et al., 2015). Analizzando il contenuto dei principali elementi minerali riportati in tabella 2, risulta infatti che i micro-ortaggi possono essere una buona fonte soprattutto di potassio e calcio. Tuttavia, come altri ortaggi da foglia, i micro-ortaggi possono essere caratterizzati anche da un elevato contenuto di nitrati, considerati fattori anti-nutrizionali (Di Gioia et al., 2013; Santamaria, 2006).

Analizzando la composizione minerale di diverse specie di micro-ortaggi è emerso che, soprattutto nel caso del basilico e delle Brassicaceae, quando si eccede con la somministrazione di azoto nitrico e in condizioni di scarsa disponibilità di luce, il contenuto di nitrati può superare anche 4.000 mg/kg di prodotto fresco (Tab. 2). Invece il contenuto di sodio sembra essere generalmente molto basso (Tab. 2). Perciò i micro-ortaggi possono essere considerati alimenti a basso contenuto di sodio. D'altra parte il contenuto di elementi minerali nei micro-ortaggi è fortemente determinato dalla disponibilità degli stessi nel mezzo di coltura e/o nella soluzione nutritiva applicata; pertanto è possibile ottenere prodotti caratterizzati da elevato valore di macro e micro-elementi essenziali, o da basso contenuto di elementi indesiderati come nitrati e sodio, modificando la composizione e la gestione della soluzione nutritiva. In quest'ottica, l'applicazione di tecniche di produzione ecosostenibili e di innovazioni di processo, in grado di fortificare il valore nutrizionale dei micro-ortaggi, può consentire di soddisfare anche le necessità di consumatori con particolari esigenze della dieta.

Ad oggi non sono ancora disponibili informazioni sul contenuto di fibre, proteine, carboidrati, microelementi essenziali ed altri fitonutrienti, ma le nostre attività di ricerca sui micro-ortaggi di cima di rapa (*Brassica rapa* L.) ci hanno permesso di verificare che il contenuto di fibre e proteine, al pari della concentrazione di microelementi essenziali per l'uomo, sono più bassi rispetto a quanto si riscontra nell'ortaggio convenzionale (Tab. 3). Indubbiamente, sono necessari ulteriori studi per approfondire questi aspetti e verificare che i micro-ortaggi possano essere considerati "super alimenti".

Table 2 - Nitrates and mineral content of some species of microgreens - data of the authors (unpublished data)<sup>1</sup>.

Microgreen	Species	Nitrates	Sodium	Potassium	Calcium	Phosphorous	Magnesium
		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	P	Mg <sup>2+</sup>
mg/100 g of fresh product							
Arugula	<i>Eruca sativa</i> Mill.	305	8.8	<b>301</b>	116	13.2	30.5
Green basil	<i>Ocinum basilicum</i> L.	429	11.9	<b>299</b>	107	13.2	26.9
Red basil	<i>Ocinum basilicum</i> L.	462	8.3	289	105	14.0	26.8
Brassica raab	<i>Brassica rapa</i> L., Broccoletto group	355	9.8	230	114	18.4	28.8
Broccoli	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>italica</i>	267	8.4	255	<b>126</b>	20.1	28.7
Red cabbage	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i>	368	8.2	167	<b>126</b>	32.6	32.1
Mizuna	<i>Brassica rapa</i> L. var. <i>nipponsinica</i>	400	6.6	256	96	17.0	24.1
Red mustard	<i>Brassica juncea</i> L. Czern.	405	14.6	<b>383</b>	116	17.0	31.4
Pea tendril	<i>Pisum sativum</i> L.	127	7.9	<b>436</b>	106	54.4	26.4
Green radish	<i>Raphanus sativus</i> L.	226	8.2	189	76	25.0	23.8

<sup>1</sup> Average values of replicated samples. Means reported in bold indicates that a portion of 100 g of fresh product provide over 15% of the recommended daily intake for an adult of mean weight.

In addition to the high content of vitamins and anti-oxidant compounds, microgreens have a good content of minerals (Di Gioia et al., 2015). Analyzing the content of the main minerals in few microgreens, it is possible to observe that microgreens represent a good source of potassium and calcium (Table 2). Nevertheless, like other leafy vegetables, microgreens may be characterized also by a high content of nitrates which are considered anti-nutritional factors (Di Gioia et al., 2013; Santamaria, 2006). Analyzing more closely the mineral composition of several microgreens, we can notice that, especially for basil and the Brassicaceae, in presence of exceeding supply of nitric nitrogen and under low levels of sunlight, the content of nitrates can increase over 4,000 mg/kg of fresh product (Table 2). On the contrary, the content of sodium seems to be generally very low (Table 2). Thus, microgreens can also be considered low sodium foods. On the other hand, the content of minerals in microgreens is strongly determined by the availability of the same minerals in the growing media or in the nutrient solution provided. Therefore, it is possible to obtain microgreens with a high content of essential macro- and micro-elements or with a low content of undesired elements such as nitrates and sodium, by modifying the composition and the management of the nutrient solution. In this perspective, the application of eco-sustainable production techniques and process innovations able to enhance the nutritive value of microgreens, can help to satisfy also consumers that have specific diet needs. So far, data on the content of fibers, proteins, carbohydrates, essential micro-elements and other phytonutrients are not available yet; however, through our research activities on microgreens of brassica raab (*Brassica rapa* L.), we have verified that the content of fibers and proteins, as well as the concentration of essential micro-elements, are lower in microgreens than in the regular vegetable (Table 3). Undoubtedly, further studies are needed to examine these aspects more deeply and verify if microgreens can be considered 'super foods'.

Además de su alto contenido de vitaminas y compuestos antioxidantes, las micro-hortalizas pueden proporcionar una buena cantidad de elementos minerales (Di Gioia et al., 2015). Analizando el contenido de los principales elementos minerales mostrados en la tabla 2, resulta que las micro-hortalizas pueden ser una buena fuente de éstos, especialmente de potasio y calcio. Sin embargo y al igual que sucede con otras hortalizas de hoja, las micro-hortalizas se caracterizan por un alto contenido de nitratos, considerados factores antinutricionales (Santamaría, 2006; Di Gioia et al., 2013).

Mediante el análisis de la composición mineral de las diferentes especies de micro-hortalizas se ha demostrado que, en el caso de la albahaca y de las Brassicaceae, cuando se excede la administración de nitrógeno en forma nítrica y la disponibilidad de luz es escasa, el contenido de nitratos puede incluso superar los 4000 mg/kg de producto fresco (Tab. 2). Al contrario, el contenido de sodio parece ser generalmente muy bajo (Tab. 2); por lo que las micro-hortalizas pueden ser consideradas alimentos con bajo contenido en sodio. Por otra parte el contenido de elementos minerales en las micro-hortalizas está fuertemente determinado por la disponibilidad de los mismos en el medio de cultivo y/o en la solución nutritiva aplicada; por lo tanto, es posible obtener productos caracterizados por un alto valor de macro y micro elementos esenciales, o con bajos contenidos de elementos no deseados, tales como los nitratos y el sodio, modificando la composición y el manejo de la solución nutritiva. En este contexto, la aplicación de técnicas de producción eco-sostenibles y las innovaciones de proceso, pueden fortalecer el valor nutritivo de los micro-hortalizas, y ayudar a satisfacer las necesidades de los consumidores con exigencias dietéticas especiales.

Hasta la fecha, no hay datos disponibles sobre el contenido de fibra, proteínas, hidratos de carbono, micro-elementos esenciales y otros fitonutrientes, pero nuestra actividad de investigación sobre las micro-hortalizas nos ha permitido comprobar que el contenido de fibra y proteína, así como la concentración de microelementos esenciales para los seres humanos, son más bajos con respecto a los que se encuentran en las hortalizas adultas (Tab. 3). Indudablemente, se necesitan más estudios para tratar en profundidad estos aspectos y asegurarnos de que las micro-hortalizas puedan ser consideradas "súper alimentos".

Table 3 - Contents of fiber, protein and iron in microgreens and regular brassica raab (*Brassica rapa L.*, Broccoletto group). The values refer to the edible fresh product - data of the authors (unpublished data).

Vegetable type	Fiber	Protein	Fe
	g/100 g		mg/kg
Microgreen	0.41	2.3	7.7
Adult			
- Inflorescence	0.96	5.6	12.8
- Leaves	0.43	3.8	12.5

Per le loro peculiarità, i micro-ortaggi rappresentano una ricca fonte alimentare anche per categorie di consumatori particolarmente esigenti, come quelle dei vegetariani e dei vegani, che possono diversificare ed arricchire la loro dieta utilizzando le numerose specie di micro-ortaggi disponibili. Inoltre, essendo i micro-ortaggi generalmente consumati crudi, possono soddisfare anche le esigenze particolari dei cosiddetti crudisti.

Infine, la possibilità di produrre micro-ortaggi in maniera molto semplice, senza l'apporto di fertilizzanti (ad esempio, quando si utilizza torba) e pesticidi, anche in spazi piccolissimi, come quello di una terrazza, di un balcone o del davanzale di una finestra, consente la produzione "a metro zero" e "a basso costo" di alimenti che possono essere utilizzati come nuovo ingrediente in antipasti, insalate, primi e secondi piatti, zuppe, panini e dessert, valorizzandone sapore, colore, consistenza e valore nutrizionale, facilitando il rispetto delle raccomandazioni dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO) che, per una buona attività di prevenzione contro le malattie degenerative, raccomanda il consumo di almeno 400 g di frutta e verdura al giorno.



Thanks to their distinctive peculiarities, microgreens represent a rich food source also for categories of consumers particularly demanding, like vegetarians and vegans, that can diversify and enrich their diet by using the large variety of microgreens available. Moreover, being the microgreens usually consumed raw, they can also satisfy the specific needs of the so-called raw foodists.

Lastly, the chance of growing microgreens in a very simple way, without the use of fertilizers (for example when using the peat) and pesticides, even in very little spaces like a terrace, a balcony or a windowsill, allows the production of 'zero-mile' and 'low-cost' food that may be used to prepare appetizers, salads, main and second courses, soups, sandwiches and desserts, improving the flavor, the color, the texture and the nutritive value, and enhancing the compliance with the World Health Organization recommendations that, to prevent degenerative diseases, suggests the intake of at least 400 g of fruit and vegetables per day.

Por sus peculiaridades, las micro-hortalizas son una rica fuente de alimento para aquellas categorías de consumidores particularmente exigentes, tales como las de los vegetarianos y los veganos, que pueden diversificar y enriquecer su dieta usando las muchas especies de micro-hortalizas disponibles. Además, dado que las micro-hortalizas se comen generalmente crudas, pueden satisfacer las necesidades especiales de los crudistas.

Finalmente, la posibilidad de producir micro-hortalizas de una manera sencilla, sin la adición de fertilizantes (por ejemplo, cuando se utiliza la turba como sustrato) y pesticidas, incluso en espacios pequeños, como una terraza, un balcón o el alféizar de una ventana, permite la producción a "metro cero" y de "bajo coste" de alimentos que pueden ser utilizados como un nuevo ingrediente en entrantes, ensaladas, primeros y segundos platos, sopas, sándwiches y postres, mejorando el sabor, color, textura y valor nutricional, facilitando el cumplimiento de las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) que recomienda el consumo de al menos 400 gramos de frutas y verduras al día para una buena prevención contra las enfermedades degenerativas.

#### References

- Di Gioia F, Gonnella M., Santamaria P, 2013. Contribution of leafy vegetables to dietary nitrate intake and regulations. In: Umar S., Anjum N.A., Khan N.A. (Eds.), Nitrate in leafy vegetables: Toxicity and safety measures. I.K. International Publishing House Pvt. Ltd., New Delhi, 1-16.
- Di Gioia F, Mininni C., Santamaria P. 2015. Ortaggi di Puglia, tra biodiversità e innovazione: il caso dei micro-ortaggi. In: Il Giardino Mediterraneo, Volume II, Edited by A.R. Somma. Mario Adda Editore, Bari, 158-164.
- Santamaria P, 2006. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. J. Sci. Food Agric, 86, 10-17.
- Treadwell D.D., Hochmuth R., Landrum L., Laughlin W. 2010. Microgreens: A new specialty crop. University of Florida, IFAS, EDIS publ. HS1164. <https://edis.ifas.ufl.edu/hs1164>. Accessed 7 Jul 2015.
- Xiao Z., Lester G.E., Luo Y., Wang Q., 2012. Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens. J. Agric. Food Chem., 60, 7644-7651.







Microgreens of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) – coliflor – cavolfiore



Microgreens of broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) – brócoli – cavolo broccolo

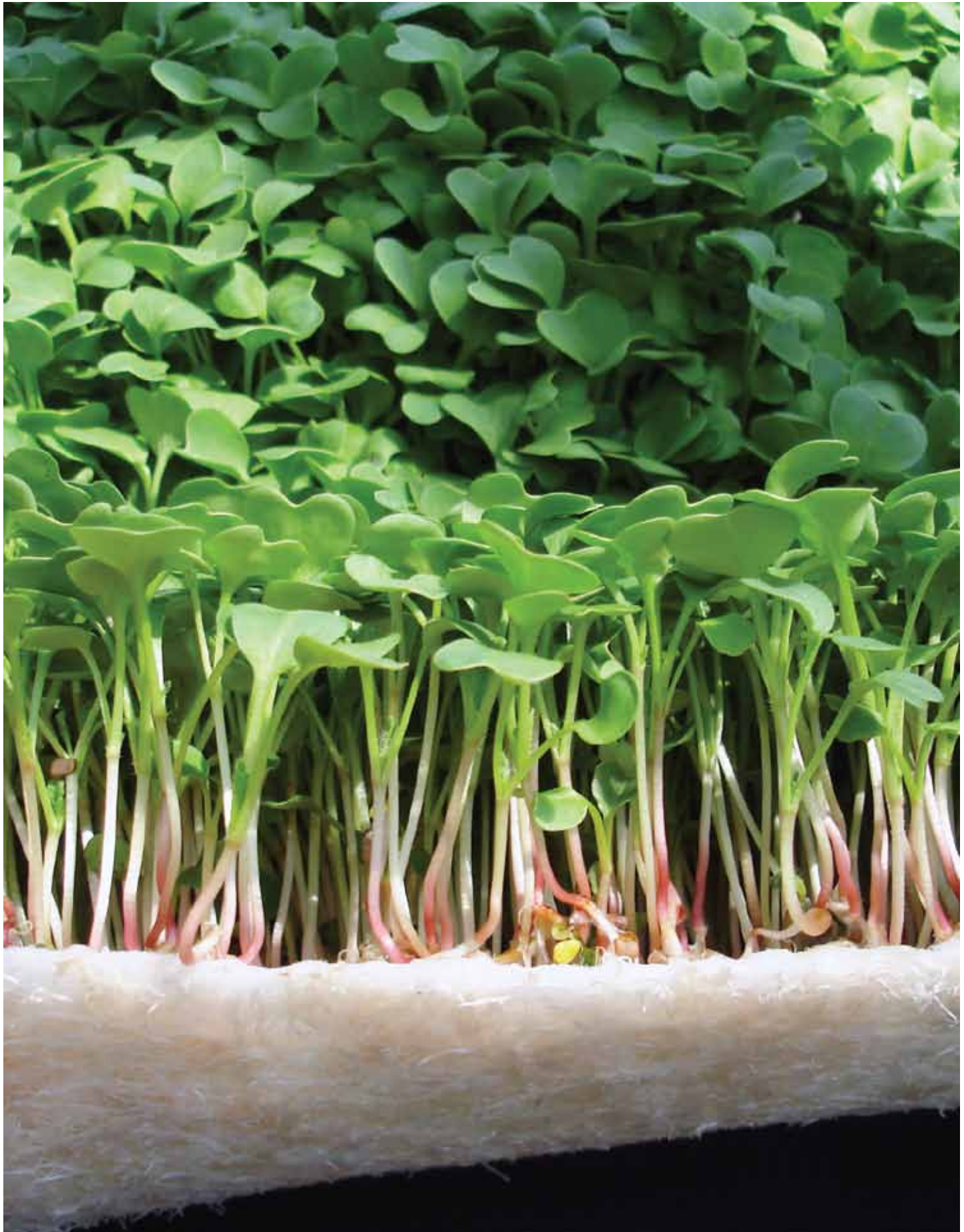


Microgreens of brassica raab (*Brassica rapa* L., Broccoletto group) – cima di rapa



Adult and microgreens of brassica raab (*Brassica rapa* L., Broccoletto group) – cima di rapa

Microgreens



#### 4. Come coltivare micro-ortaggi

*How to grow microgreens*

*Cómo cultivar micro-hortalizas*

Francesco Di Gioia, Carlo Mininni, Pietro Santamaria



## INTRODUZIONE

I micro-ortaggi sono generalmente prodotti con sistemi di coltivazione senza suolo, ossia sistemi in cui il suolo è sostituito da un substrato o in cui la coltivazione avviene in mezzo liquido, e le plantule sono alimentate con una soluzione nutritiva contenente tutti gli elementi necessari per la vita di una pianta. Come accennato nel primo capitolo di questo libro, la produzione di micro-ortaggi può avvenire in diversi ambienti e può essere condotta a livello commerciale, utilizzando tecniche piuttosto avanzate necessarie a garantire continuità di produzione ed una buona qualità del prodotto, o a livello hobbistico, per autoconsumo, utilizzando mezzi e tecniche molto semplici e spazi anche molto ridotti come quelli del davanzale di una finestra.

Mentre coltivare micro-ortaggi per autoconsumo può essere piuttosto semplice, farlo a livello commerciale non è facile e richiede competenze specifiche. Obiettivo di questo capitolo è quello di fornire indicazioni sui principali aspetti tecnici della produzione di micro-ortaggi affrontando i fattori più critici, dalla scelta del sistema di coltivazione, e del substrato, alla semina, per arrivare al prodotto finito, mettendo in risalto gli accorgimenti che possono contribuire a migliorare la qualità del prodotto e la sostenibilità del processo produttivo, sia a livello commerciale sia per l'autoconsumo.



## INTRODUCTION

Microgreens are usually produced using soilless cultivation systems, in which the soil is replaced by a substrate or the plants are grown in a liquid culture and are fed through a nutrient solution containing all the elements needed by a plant to live. As mentioned in the first chapter of this book, the production of microgreens can be realized in different environments and can be performed at commercial level, using advanced techniques needed to assure the continuity of the production and a good quality of the product, or as a hobby, for self-consumption, using very simple methods and techniques and very limited spaces like those of a windowsill.

While growing microgreens for self-consumption can be quite easy, the production of microgreens at commercial level is not so simple and needs specific expertise. The goal of this chapter is to provide information on the main technical aspects involved in the production of microgreens analyzing the most critical factors, from the selection of the growing technique and the substrate, to the seeding, until the attainment of the final product, highlighting the techniques and the tricks that can help to improve the quality of the product and the sustainability of the production process, both at commercial level and for self-consumption.

## INTRODUCCIÓN

Las micro-hortalizas se producen generalmente con sistemas de cultivo sin suelo, es decir, sistemas en los que el suelo es reemplazado por un sustrato o un medio líquido, y las plantas se alimentan con una solución nutritiva que contiene todos los elementos necesarios para el crecimiento y desarrollo de la planta. Como se menciona en el primer capítulo de este libro, la producción de micro-hortalizas puede tener lugar en diferentes ambientes y ser realizada a nivel comercial, utilizando técnicas avanzadas necesarias para garantizar la continuidad de la producción y una buena calidad del producto, o a nivel no profesional, para el autoconsumo, utilizando medios y técnicas muy simples y también espacios muy pequeños, como el alféizar de una ventana.

Si bien el cultivo de micro-hortalizas para autoconsumo puede ser muy simple, hacerlo a nivel comercial no es fácil y requiere conocimientos especiales. El objetivo de este capítulo es proporcionar las indicaciones necesarias sobre los principales aspectos técnicos de la producción de micro-hortalizas abordando los factores más críticos, desde la elección del sistema de cultivo, y del sustrato, a la siembra, hasta llegar al producto final, destacando las precauciones y medidas a adoptar para contribuir a mejorar la calidad del producto y la sostenibilidad del proceso de producción, tanto a nivel comercial como de autoconsumo.



## SCELTA DEL SISTEMA DI COLTIVAZIONE

La produzione di micro-ortaggi a livello commerciale avviene generalmente in ambiente protetto, all'interno di serre o serre-tunnel provviste di tecnologie piuttosto semplici o avanzate, a seconda delle dimensioni aziendali e delle condizioni climatiche più o meno favorevoli, e utilizzando sistemi di coltivazione senza suolo che possono essere riconducibili essenzialmente a tre tipologie. Una possibilità è la coltivazione "in contenitori" costituiti da vaschette e/o vassoi generalmente di materiale plastico, di dimensioni variabili, con un'altezza che varia da 3 a 5 cm (Foto 1 e 2). A seconda dei casi, il fondo dei contenitori su cui poggia il substrato di coltivazione può essere integro, ossia privo di fori, o, più spesso, forato, in modo da favorire lo sgrondo dell'eccesso di acqua (o soluzione nutritiva) ed evitare ristagni idrici, che possono favorire lo sviluppo di funghi fitopatogeni e compromettere la produzione e la qualità dei micro-ortaggi.

I contenitori sono generalmente disposti su canalette (Foto 3) o bancali di coltivazione (Foto 4), fissi o mobili, perfettamente livellati e provvisti di un sistema di sgrondo e recupero dell'eccesso di acqua o soluzione nutritiva. L'acqua e la soluzione nutritiva possono essere somministrate dall'alto, attraverso un impianto ad aspersione possibilmente automatizzato, o attraverso subirrigazione, ossia irrigando o fertirrigando il substrato di coltivazione dal basso; in quest'ultimo caso è indispensabile che i contenitori siano forati alla base.

La coltivazione in contenitore generalmente consente la commercializzazione del prodotto con tutto il substrato di coltivazione, evitando così il taglio del prodotto prima della vendita, e tutto ciò che il taglio di un vegetale comporta, con evidenti vantaggi in termini di *shelf life* e qualità del prodotto, che sarà raccolto dal consumatore finale anche solo pochi minuti prima dell'effettivo utilizzo in cucina. Al fine di minimizzare l'impatto ambientale, invece dei contenitori di materie plastiche derivanti dal petrolio, è oggi possibile utilizzare quelli costituiti da materiali biodegradabili come l'acido polilattico (PLA), derivati dell'amido o altri materiali.



Photo 1



Photo 2 - Photo credits: Cropking Inc.

## SELECTING THE GROWING SYSTEM

The commercial production of microgreens is usually performed under controlled environment, inside greenhouses or high tunnels provided either with simple or advanced technologies, depending on the size of the farm and the more or less favorable climatic conditions, and using soilless growing systems that can be essentially attributable to three types. One possibility is to grow microgreens in 'containers' constituted by plastic trays having different sizes, with height variable from 3 to 5 cm (Photo 1 and 2). Depending on the case, the bottom of the container holding the growing media can be intact, with no holes, or more often with holes, in order to enhance the drainage of the excess of water (or nutrient solution) and avoid water stagnation that can lead to the development of diseases and compromise the production and the quality of microgreens.

Usually, the containers are placed on growing channels (Photo 3) or benches (Photo 4), unmovable or movable, perfectly leveled and complete of a system for the drainage and recover of the excess water or nutrient solution. Irrigation water and nutrient solution can be delivered from the top by means of a nebulization system, activated manually or automatically, or from the bottom, through sub-irrigation. In the latter case, it is essential that containers have holes at the bottom. The cultivation in containers, generally allows the commercialization of the product along with the growing media, thus, avoiding the need to cut the product before it is shipped on the market. Such possibility prevents all the issue associated with the cut of a vegetable, with consequent advantages for the shelf life and the quality of the product, will be harvested by the final consumer, just few minutes before actually using the product in the kitchen. In order to minimize the environmental impact, today, is also possible to use biodegradable containers (polylactic acid - PLA - and others) rather than those made of plastic deriving from oil.

## ELECCIÓN DEL SISTEMA DE CULTIVO

La producción de micro-hortalizas a nivel comercial se lleva a cabo generalmente en un ambiente protegido, en invernaderos o invernaderos-túnel equipados con tecnología simple o avanzada, dependiendo del tamaño de la empresa y de las condiciones climáticas más o menos favorables, y utilizando sistemas de cultivo sin suelo que pueden agruparse esencialmente en tres clases. Una posibilidad es el cultivo "en recipientes", cultivo en bandejas generalmente de material plástico, de tamaño variable y con una altura que varía entre 3 y 5 cm (foto 1 y 2). Dependiendo del caso, la parte inferior de los recipientes sobre la que se apoya el sustrato de cultivo, puede estar intacto, es decir, sin agujeros o, como ocurre más frecuentemente, perforado, con el fin de facilitar el drenaje del agua en exceso (o solución nutritiva), evitando así agua estancada que podría favorecer el desarrollo de hongos patógenos y afectar a la producción y a la calidad de las micro-hortalizas.

Los contenedores se colocan generalmente en mesas de cultivo (foto 3), fijas o móviles (foto 4), perfectamente planas y provistas de un sistema de drenaje del agua o solución nutritiva en exceso. El agua y la solución nutritiva pueden ser suministradas desde arriba, a través de un sistema de riego por aspersión posiblemente automatizado, o por medio de subirrigación, es decir, regando el sustrato desde abajo; en este último caso, es esencial que los contenedores estén perforados en la base.

El cultivo en contenedor generalmente permite la comercialización del producto con todo el sustrato de cultivo, evitando así que se recolecte el producto antes de la venta, y todo lo que implica el corte de una planta, con ventajas obvias en términos de vida útil y de calidad del producto, que será recolectado por el consumidor final sólo unos minutos antes de ser utilizado en la cocina. Con el fin de minimizar el impacto ambiental, en lugar de los envases plásticos derivados del petróleo, ahora es posible utilizar aquellos fabricados con materiales biodegradables (ácido poliláctico - PLA - y otros).



Photo 3 - Photo credits: Cropking Inc.



Photo 4



Una seconda possibilità è quella di coltivare i micro-ortaggi direttamente “in canaletta” o in bancali (di plastica, alluminio, ferro zincato, legno), di dimensioni variabili, disponendo il substrato di coltivazione direttamente nelle canalette o nei bancali (Foto 5). Anche in questo caso, canalette e bancali possono essere fissi o mobili, devono essere perfettamente livellati, creando una lieve pendenza in modo da favorire lo scorrimento dell’acqua o della soluzione nutritiva da un’estremità all’altra della canaletta o del bancale e devono consentire di recuperare ed eventualmente riutilizzare il surplus di soluzione nutritiva o acqua. Acqua e soluzione nutritiva possono essere applicate per aspersione dall’alto o in sub-irrigazione dal basso. Con la coltivazione in canaletta o in bancali, i micro-ortaggi devono necessariamente essere raccolti eseguendo il taglio alla base delle plantule una volta raggiunto lo stadio di crescita considerato ottimale per la specie. Dopo il taglio, il prodotto è generalmente sottoposto a lavaggio e asciugatura e può essere confezionato e commercializzato come prodotto di IV gamma, pronto per il consumo.



*How to grow microgreens - Cómo cultivar micro-hortalizas*

*A second possibility is to grow microgreens in 'channels' or in benches (made of plastic, aluminum, galvanized iron, wood) of different sizes, by placing the growing media right inside the channels or in the benches (Photo 5). Also in this case, channels and benches can be movable or unmovable and have to be perfectly leveled, to realize a slight slope in order to enhance the flow of the water or the nutrient solution from one end of the channel or bench to the other, enabling also the recovery and recycling, if possible, of the surplus water or nutrient solution. Like in the previous growing system, water and nutrient solution can be delivered from the top by means of a nebulization system or from the bottom by sub-irrigation. With this growing system, once microgreens achieve the optimal stage of growth, are harvested by cutting the seedlings at the base. After the cut, the product is usually washed and dried and can be packed and marketed as fresh cut, ready to eat product.*

*Una segunda posibilidad es el cultivo de las micro-hortalizas en canaletas o bancales (plástico, aluminio, metal galvanizado, madera), de tamaño variable, colocando el sustrato de cultivo directamente al interno de las canaletas o bancales (foto 5). También en este caso, las canaletas y los bancales pueden ser fijos o móviles, deben estar perfectamente nivelados, creando una ligera pendiente para facilitar el deslizamiento del agua o de la solución nutritiva desde un extremo del canal o plataforma, para permitir la recuperación y posiblemente la reutilización del agua o de la solución nutritiva en exceso. El agua o la solución nutritiva pueden aplicarse mediante riego por aspersión desde arriba o con sub-irrigación desde abajo. Con el cultivo en canaletas o en bancales, las micro-hortalizas tienen que ser cosechadas haciendo un corte en la base de las plántulas una vez que llegan a la etapa de crecimiento considerada óptima para la especie. Después del corte, el producto se somete generalmente al lavado y secado y puede ser empaquetado y comercializado como un producto de IV gama, listo para el consumo.*



Photo 6 - Photo credits: Cropking Inc.

Un terzo sistema di coltivazione piuttosto semplice ma poco diffuso a livello commerciale è quello dei “pannelli galleggianti”. In questo caso si utilizzano contenitori alveolati di polistirene, di dimensioni varie, che galleggiano direttamente sulla soluzione nutritiva contenuta all’interno di vasche o bancali, consentendo di bagnare dal basso il substrato di coltivazione contenuto negli alveoli. Trattandosi di un sistema di coltivazione statico, in cui non c’è ricircolo della soluzione nutritiva, per mantenere un buon livello di ossigenazione occorre arricchire di aria la soluzione nutritiva. La scarsa diffusione di questo sistema di coltivazione a livello commerciale è legata soprattutto alla difficoltà di ottenere micro-ortaggi con un buon contenuto di sostanza secca, e quindi con una buona *shelf life*.

Oltre alla normale coltivazione in serra, negli ultimi anni, in seguito alla disponibilità di lampade a basso consumo energetico, alcune aziende hanno messo a punto dei sistemi di coltivazione indoor molto avanzati ed intensivi, in cui le vaschette, le canalette o i bancali possono essere disposti su più livelli, uno sull’altro, in sistemi di coltivazione “multistrato” (Foto 6), per produrre micro-ortaggi anche in assenza di luce naturale, integrando o sostituendo interamente la radiazione solare con un impianto di illuminazione con lampade che hanno uno spettro di emissione idoneo per la fotosintesi delle piante. È importante sottolineare che, anche per i micro-ortaggi, la disponibilità di un adeguato livello di radiazione luminosa (minimo  $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  di fotoni fotosinteticamente attivi per le specie meno esigenti) è fondamentale per la qualità commerciale, igienico sanitaria e nutrizionale del prodotto, al punto che in Nord Europa e Nord America, anche in serra, può essere necessario integrare la scarsa radiazione solare con illuminazione supplementare. Quando si utilizza radiazione supplementare, la possibilità di modulare l’intensità e la qualità (lunghezza d’onda) della radiazione può essere sfruttata a livello commerciale anche per modificare e aumentare il valore nutrizionale dei micro-ortaggi (Kopsell e Sams, 2013; Samuolienė et al., 2013).

A livello hobbistico i micro-ortaggi possono essere coltivati utilizzando sistemi molto diversi tra loro ma comunque riconducibili alle tipologie già descritte. Tuttavia, avendo a disposizione meno mezzi tecnici e minori conoscenze tecniche, piuttosto che utilizzare una soluzione nutritiva, può essere preferibile usare substrati di coltivazione organici, dotati di nutrienti, in modo da irrigare solo con acqua.



A third growing system, quite simple but less common at commercial level is the 'floating system'. In this case, polystyrene plug trays of different sizes, float on the nutrient solution contained in a basin or a benches, so that the growing media contained in the cells can be soaked from the bottom. Being this a static growing system, in which the nutrient solution does not circulate, in order to maintain a good level of oxygen it is essential to enrich the nutrient solution with air. The scarce use of this growing system at commercial level is mainly due to the fact that in liquid culture it is difficult to produce microgreens with a good dry matter content, and, thus, with a good shelf life.

Besides the cultivation of microgreens in regular greenhouses, in the last few years, with the availability of more efficient lamps, several companies have implemented very advanced and intensive indoor growing systems, in which trays, channels or benches can be placed on different levels, one on top of the other, in 'multi-layer' growing systems (photo 6), to produce microgreens even without natural light, by integrating or entirely replacing the sunlight with an artificial lighting system, using lamps with an emission spectrum adequate for the plant photosynthesis. It is important to highlight that, also microgreens, require an adequate level of radiation (at least  $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  of photosynthetically active photons for the less demanding species) to assure the achievement of a good commercial, hygienic-sanitary and nutritional quality of the product. In fact, in North Europe and North America, even in greenhouses, sometimes it is necessary to integrate the sunlight with supplemental lighting. When using supplemental radiation, the possibility to control the intensity and quality (wavelength) of the radiation can be exploited at commercial level even to modify and increase the nutritional value of microgreens (Kopsell and Sams, 2013; Samuolienė et al., 2013).

At non professional level, microgreens can be grown using many different systems, anyway similar to the those already described. However, in this case relying on less technical means and technical knowledge, instead of using a nutrient solution, it may be preferable to use an organic growing media complete of nutrients, so that the plants will need just to be watered.

Un tercer sistema de cultivo bastante simple pero poco difundido comercialmente es el de "bandejas flotantes". En este caso, los recipientes son bandejas de poliestireno expandido alveoladas, de diversos tamaños, que flotan directamente en la solución nutritiva contenida dentro de las mesas de cultivo, permitiendo que el sustrato de cultivo contenido en los alvéolos se moje desde abajo.

Tratándose de un sistema de cultivo estático, en el que no hay recirculación de la solución nutritiva, para mantener un buen nivel de oxigenación, la solución nutritiva debe ser enriquecida con aire. La escasa difusión de este sistema de cultivo a nivel comercial está vinculada sobre todo a la dificultad de obtener micro-hortalizas con un alto contenido de sustancia seca y por tanto con una buena shelf life del producto que, en la maduración comercial, viene recolectado en la empresa.

Además del cultivo tradicional en invernadero, en los últimos años y gracias a la disponibilidad de lámparas de bajo consumo, algunas empresas han desarrollado sistemas para el cultivo indoor muy avanzados e intensivos, en los cuales las canaletas o bancales se ponen en varios niveles, uno encima del otro, en sistemas de cultivo conocidos como "multicapa" (foto 6), para producir micro-hortalizas incluso en ausencia de luz natural, integrando o reemplazando totalmente la radiación solar con un sistema de iluminación formado por lámparas idóneas para la realización de la fotosíntesis por las plantas. Es importante destacar que, también en las micro-hortalizas, la disponibilidad de un adecuado nivel de radiación luminosa (por lo menos  $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  de fotones fotosintéticamente activos en las especies menos exigentes) es fundamental para mantener la calidad comercial, higiénico-sanitaria y nutricional del producto, hasta tal punto que en el norte de Europa y América del Norte, incluso en el invernadero, puede ser necesaria la iluminación adicional para complementar la falta de radiación solar. Cuando la radiación adicional viene utilizada, la posibilidad de modular la intensidad y la calidad (longitud de onda) de la radiación puede ser explotada también a nivel comercial para modificar y mejorar el valor nutricional de las micro-hortalizas (Kopsell e Sams, 2013; Samuolienė et al., 2013).

A nivel de hobby (autoconsumo), las micro-hortalizas se pueden cultivar utilizando sistemas muy diferentes entre ellos, pero siempre atribuibles a los tipos ya descritos. Sin embargo, con menos medios y conocimientos técnicos a disposición, en lugar de utilizar solución nutritiva, es preferible usar medios de cultivo orgánicos, con nutrientes, con el fin de regar solo con agua.



Raphanus sativus L.

## SCelta DEL SUBSTRATO DI COLTIVAZIONE

Uno degli aspetti più critici per la coltivazione dei micro-ortaggi è rappresentato dalla scelta del substrato di coltivazione, il quale ha un ruolo fondamentale nel determinare produttività e qualità dei micro-ortaggi e sostenibilità del processo produttivo.

Al fine di garantire una buona germinazione ed una crescita ottimale delle plantule, un buon substrato per la coltivazione deve possedere caratteristiche fisiche tali da assicurare porosità superiore all'85% del volume totale, un giusto rapporto tra macro e micro pori per garantire allo stesso tempo una buona capacità di ritenzione idrica (55-70% del volume totale) ed un buon livello di aerazione (20-30% del volume totale) dell'apparato radicale (Abad et al., 2001).

Per le caratteristiche chimiche, un buon substrato per la coltivazione di micro-ortaggi dovrebbe avere pH compreso tra 5,5 e 6,5 e conducibilità elettrica inferiore a 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; inoltre, deve essere privo di metalli pesanti e sostanze inquinanti.

È fondamentale infine che il substrato non sia contaminato microbiologicamente. Soprattutto i materiali di origine organica possono contenere microorganismi patogeni per l'uomo, quali ad esempio Salmonella ed *Escherichia coli*. Per evitare problemi igienico-sanitari, è opportuno scegliere substrati la cui qualità microbiologica sia garantita o materiali che abbiano subito trattamenti di sterilizzazione (fisici o chimici).

In commercio sono disponibili numerose soluzioni e la scelta del substrato è generalmente basata su: facile reperibilità a livello locale, costo ridotto, proprietà fisiche, chimiche e biologiche adeguate e compatibilità ambientale. È possibile distinguere i substrati di coltivazione in organici, costituiti cioè da materiali naturali e biodegradabili, come ad esempio la torba, e inorganici, generalmente inerti, come la perlite.

I substrati di coltivazione maggiormente utilizzati per la produzione di micro-ortaggi, sia a livello commerciale che hobbistico, sono torba (Foto 7), perlite e vermiculite, da soli (torba e perlite) o in miscuglio.



## SELECTING THE CULTIVATION SUBSTRATE

One of the most critical aspects involved in the production of microgreens is the selection of the growing media as it plays a fundamental role in determining the productivity and quality of microgreens, as well as the sustainability of the production process.

In order to assure a good germination and an optimal growth of the seedlings, a good growing media should have in terms of physical properties: a porosity over 85% of the total volume, an adequate ratio between macro and micro pores to guarantee at the same time a good water holding capacity (55-70% of the total volume) and a good level of aeration (20-30% of the total volume) of the root system (Abad et al., 2001).

As for the chemical properties, a good growing media for the production of microgreens should have a pH value ranging from 5.5 to 6.5 and an electrical conductivity below 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; yet, the substrate should not contain heavy metals or polluting compounds.

Yet, it is of fundamental importance that the growing media is not microbiologically contaminated. Especially materials of organic origin can contain micro-organisms pathogenic to the human being, like *Salmonella* and *Escherichia coli*. To prevent hygienic-sanitary issues, it is important to choose substrates whose microbiological quality is guaranteed or materials that have undergone sterilization treatments (physical or chemical). There are many solutions available on the market, and the selection of the substrate is generally based on: availability at local level, cost, adequate physical, chemical and biological properties and environmental sustainability. Growing medias can be classified in organic and inorganic, the first are made of natural and biodegradable materials, like the peat for example, while the inorganic ones like the perlite, are usually inert.

The growing substrates most commonly used for the production of microgreens, either at commercial or non professional level, are peat (Photo 7), perlite and vermiculite, which can be used individually or in mix.

## ELECCIÓN DEL SUSTRATO DE CULTIVO

Uno de los aspectos más críticos para el cultivo de las micro-hortalizas es la elección del medio de cultivo, que tiene un papel vital en la productividad y la calidad de las micro-hortalizas y en la sostenibilidad del proceso de producción.

Con el fin de asegurar una buena germinación y un crecimiento óptimo de las plantas, un buen sustrato de cultivo debe poseer características físicas capaces de asegurar una porosidad mayor al 85% del volumen total, una relación adecuada entre los macro y micro poros para garantizar al mismo tiempo una buena capacidad de retención de agua (55-70% del volumen total) y un buen nivel de aireación (20-30% del volumen total) al sistema radical (Abad et al., 2001).

En cuanto a las características químicas, un buen sustrato para el cultivo de micro-hortalizas debe tener un pH entre 5,5 y 6,5 y una conductividad eléctrica de menos de 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; además, debe estar libre de metales pesados y contaminantes. Por último, es fundamental, que el sustrato no esté contaminado microbiológicamente. Los materiales de origen orgánico pueden contener microorganismos patógenos para los seres humanos, tales como *Salmonella* y *Escherichia coli*; para evitar problemas higiénico-sanitarios, es mejor elegir sustratos cuya calidad microbiológica haya sido garantizada o materiales que hayan sido sometidos a tratamientos de esterilización (físicos o químicos). En el mercado hay varias soluciones disponibles y la elección del sustrato se basa generalmente en: fácil disponibilidad a nivel local, coste reducido, propiedades físicas, químicas y biológicas adecuadas y compatibilidad medioambiental. Los sustratos de cultivo pueden ser: orgánicos, es decir, constituidos por materiales naturales y biodegradables, tales como la turba, e inorgánicos, generalmente inertes, como la perlita.

Los sustratos de cultivo más usados en la producción de micro-hortalizas, tanto a nivel comercial como no profesional (hobby), son la turba (foto 7), la perlita y la vermiculita, solos o mezclados.



Photo 9

Mescolando in adeguate proporzioni substrati con caratteristiche diverse è possibile ottenere caratteristiche fisico-chimiche e quindi agronomiche ideali o comunque migliori di quelle fornite dai singoli substrati.

Un materiale organico alternativo alla torba è la fibra di cocco, che ha il vantaggio di essere prodotta a partire da una fonte rinnovabile. Ovviamente, nella scelta della fibra di cocco, occorre considerare che in base alle dimensioni delle particelle (fibra o midollo), le proprietà del substrato possono variare notevolmente. Nel caso della fibra di cocco e di altri substrati organici che possono derivare da processi di compostaggio, è importante verificare che il contenuto di sali non sia elevato, perché una conducibilità elettrica elevata può limitare la germinabilità dei semi.

Tra i substrati appositamente sviluppati per la produzione di micro-ortaggi occorre citare i tappetini (Foto 8) costituiti da materiali fibrosi di recupero, che possono essere naturali (fibra di cocco, fibra di juta, fibra di cotone, fibra di alghe e polpa di cellulosa) o di sintesi (prodotti a partire da polietilene tereftalato - PET). Generalmente i tappetini sviluppati a livello commerciale hanno caratteristiche fisico-chimiche e proprietà agronomiche ben definite e standardizzate, con un buon equilibrio tra capacità di ritenzione idrica e capacità per l'aria, e, non meno importante, hanno una buona qualità igienico-sanitaria. Tuttavia, l'elevato costo dei substrati commerciali ha spinto molti produttori di micro-ortaggi a ricercare materiali alternativi, anche di recupero (possibilmente di origine naturale e rinnovabili), e a sviluppare il proprio substrato di coltivazione, la cui composizione è spesso segreta. Ad esempio, molti produttori di micro-ortaggi acquistano materiali fibrosi di scarto provenienti da lavorazioni industriali, come la fibra di cellulosa, cotone e juta a basso costo, e cercano di migliorare le loro proprietà agronomiche, perché generalmente sono caratterizzati da una ridotta capacità di ritenzione idrica.



Photo 10

Mixing in adequate proportions substrates having different properties it is possible to obtain a growing media with optimal physical-chemical and, thus, agronomic properties or at least with better properties as compared to the single substrates.

An organic material alternative to peat is the coconut coir, which has the advantage of being produced from a renewable source. Of course, when selecting the coconut coir, it is important to consider that, based on the size of the particles (fiber or pith), the properties of the substrate can remarkably change. In the case of the coconut coir or other organic substrates deriving from composting processes, it is important to verify that the content of salts is not too high, as it may limit the germinability of the seeds.

Among the substrates that have been specifically developed for the production of microgreens, there are mats (Photo 8) constituted by fibrous materials, which can be natural (coconut coir, jute fiber, cotton fiber, algae fiber and paper pulp) or synthetic (produced by means of polyethylene terephthalate – PET). Usually, commercial mats have well defined and standardized physical, chemical and agronomic properties, and have a good balance between water holding capacity and air capacity and, not less important, have good hygienic-sanitary quality. Nevertheless, the high cost of commercial substrates has led many producers of microgreens to look for alternative materials, including discarded or recycled materials (possibly of natural origin and renewable) and to develop their own growing media, whose composition is often secret. For instance, many producers of microgreens buy discarded fibrous materials deriving from industrial processes, such as the low cost cellulose pulp, cotton and jute fibers, and they use these materials, usually characterized by limited water holding capacity after improving their agronomic properties.

Mezclando sustratos con diferentes características, en las proporciones adecuadas, es posible obtener las características físico-químicas y, por lo tanto, agronómicas, ideales o, en cualquier caso, mejores que las proporcionadas por los sustratos individualmente.

Un material orgánico alternativo a la turba es la fibra de coco, que tiene la ventaja de ser producida a partir de una fuente renovable. Obviamente, en la elección de la fibra de coco, debe tenerse en cuenta el tamaño de las partículas, ya que éstas pueden variar considerablemente las propiedades del sustrato. En el caso de la fibra de coco y otros sustratos orgánicos que proceden de procesos de compostaje, es importante verificar que el contenido en sales no sea alto, ya que puede limitar la germinación de las semillas.

Entre los sustratos desarrollados específicamente para la producción de micro-hortalizas deben mencionarse las esteras (foto 8) constituidas por materiales fibrosos de recuperación, que pueden ser naturales (fibra de coco, fibra de yute, fibras de algodón, fibras de algas y pulpa de celulosa) o sintéticos (producidos a partir de tereftalato de polietileno - PET). Las esteras desarrolladas comercialmente tienen características físico-químicas y propiedades agronómicas bien definidas y estandarizadas, con un buen equilibrio entre la capacidad de retención de agua y la capacidad de aireación, y sobretodo tienen una buena calidad higiénico-sanitaria. Sin embargo, el alto coste de los sustratos comerciales ha llevado a muchos fabricantes de micro-hortalizas a buscar materiales alternativos, provenientes también del reciclado (posiblemente de origen natural y renovable), y a desarrollar el propio sustrato de cultivo, cuya composición es a menudo secreta. Por ejemplo, muchos fabricantes de micro-hortalizas compran los residuos fibrosos procedentes de procesos industriales, tales como la fibra de celulosa, el algodón y el yute a bajo coste, y tratan de mejorar sus propiedades agronómicas, ya que generalmente se caracterizan por una reducida capacidad de retención del agua disponible.

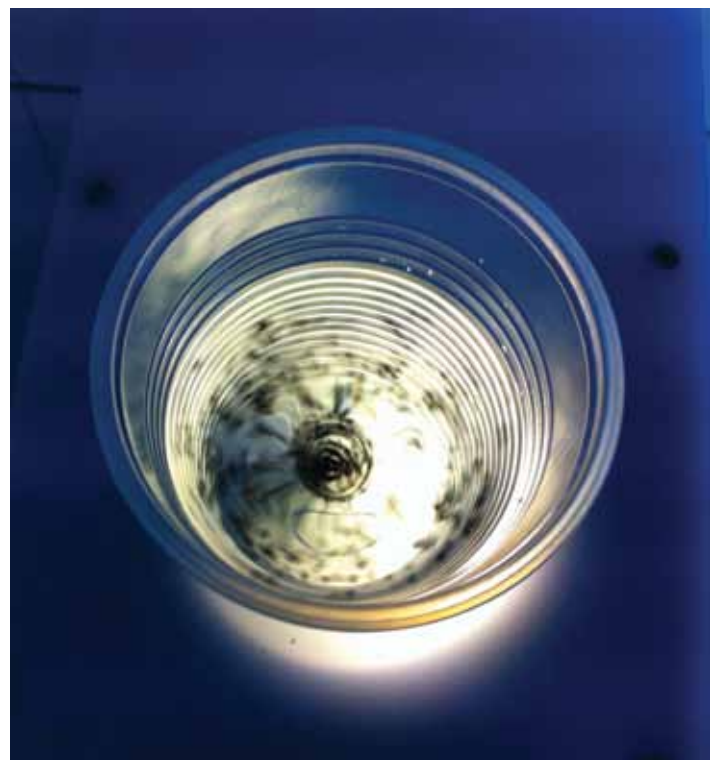


Photo 11



## QUALITÀ DEI SEMI, SEMINA E GERMINAZIONE

Nella produzione di micro-ortaggi si utilizzano quantità elevate di seme (foto 9). Per questo, la qualità delle sementi ha una grande influenza sulla velocità ed uniformità di germinazione e sull'esito finale del ciclo di coltivazione. La semente rappresenta anche una delle più importanti voci di costo del processo di produzione dei micro-ortaggi; perciò nella scelta dei fornitori dei semi, delle specie e delle varietà da utilizzare, il costo di questo fattore della produzione va tenuto in debita considerazione.

I semi dovrebbero essere selezionati e calibrati, e avere germinabilità superiore al 95% e buon potere germinativo. I semi destinati alla produzione di micro-ortaggi non devono essere concitati con sostanze chimiche. Inoltre, sempre per tutelare la sicurezza dei consumatori di micro-ortaggi, è opportuno assicurarsi che i semi non siano accompagnati da corpi estranei e che abbiano un'ottima percentuale di purezza in modo da evitare soprattutto la presenza di specie infestanti che potrebbero essere non commestibili.

Considerando che anche i semi possono essere contaminati microbiologicamente, per evitare l'insorgere di problemi fitosanitari in fase di germinazione (Foto 10) e per minimizzare i rischi di contaminazione microbiologica, soprattutto per quelle specie caratterizzate da semi con tegumenti corrugati, è opportuno provvedere al lavaggio e alla disinfezione superficiale dei semi (Foto 11) attraverso trattamenti chimici (con soluzioni di ipoclorito di sodio o di calcio, acqua ossigenata, etanolo, acido malico e acido lattico a diverse concentrazioni), mediante trattamenti fisici (calore, alta pressione e irraggiamento) o attraverso trattamenti chimici e fisici combinati (Ding et al., 2013).



## THE QUALITY OF SEEDS, SEEDING AND GERMINATION

The production of microgreens requires high quantities of seeds (photo 9). Therefore, the seed quality has a great influence on the speed and uniformity of germination and on the final outcome of the growing cycle. Seeds also represent one of the main cost items in the production process of microgreens; for this reason, when selecting the seed suppliers and the species/varieties to grow, the cost of this factor of production has to be taken into serious consideration.

Seeds should be selected and calibrated, they should have a germinability over 95% and a good germinating power. Seeds for the production of microgreens should be not treated with chemicals. Moreover, to guarantee the consumers safety, it is important to assess the absolute absence of foreign bodies among the seeds that should have a good percentage of purity to avoid, the presence of infesting weeds that could be not edible.

Considering that also the seeds, can be microbiologically contaminated, to prevent phytosanitary issues during the germination process (Photo 10) and minimize the risks of microbiological contamination, especially for those species characterized by seeds with corrugated integuments, it is recommended to wash and disinfect the surface of the seeds (Photo 11) by means of chemical treatments (sodium hypochlorite or calcium solutions, peroxide, ethanol, malic acid or lactic acid at different concentrations), physical treatments (heat, high pressure and radiation) or through a

## CALIDAD DE LAS SEMILLAS, SIEMBRA Y GERMINACIÓN

En la producción de micro-hortalizas se utilizan grandes cantidades de semillas (foto 9). Por ello, la calidad de la semilla tiene una gran influencia sobre la velocidad y la uniformidad de la germinación y sobre el resultado final del ciclo de cultivo. La semilla es también uno de los gastos más importantes en el proceso de producción de las micro-hortalizas; por lo que, el costo de este factor de producción debe ser tenido en cuenta por los proveedores de semillas, especies y variedades a la hora de elegirlos.

Las semillas deben ser seleccionadas y calibradas, tener una germinación superior al 95% y un buen poder germinativo. Las semillas para la producción de micro-hortalizas no deben ser tratadas. Además, para proteger la seguridad de los consumidores de micro-hortalizas, hay que estar seguros de que las semillas no vayan acompañadas de cuerpos extraños y de que tengan un alto nivel de pureza para evitar sobretodo la presencia de malas hierbas que podrían ser no comestibles.

Considerando que las semillas también pueden estar contaminadas microbiológicamente, para evitar la aparición de problemas fitosanitarios durante la germinación (foto 10) y para reducir al mínimo los riesgos de contaminación microbiológica, especialmente en aquellas especies caracterizadas por semillas con cubierta seminal corrugada, es conveniente prever el lavado y la desinfección de la superficie de las semillas (foto 11) a través de tratamientos químicos (con soluciones de hipoclorito de sodio o de calcio, peróxido de hidrógeno, etanol, ácido málico y ácido láctico a diferentes concentraciones), tratamientos físicos (calor, alta presión y la irradiación) o a través de tratamientos químicos y físicos



Ovviamente è importante preservare la qualità dei semi anche in fase di stoccaggio, mantenendoli in ambiente controllato a basse temperature e bassi livelli di umidità. Dopo aver acquistato o prodotto un nuovo lotto di semi, prima di procedere con la semina è sempre opportuno fare dei test di germinazione (Foto 12) per verificare la percentuale di germinabilità ed il potere germinativo. La percentuale di germinabilità sarà considerata nel calcolo della quantità di semi da utilizzare per unità di superficie, al fine di ottenere la densità di plantule desiderata. Mentre alcune specie di micro-ortaggi germinano facilmente altre richiedono tempi più lunghi e per germinare al meglio richiedono l'applicazione di particolari accorgimenti. Soprattutto nel caso di coltivazioni commerciali, al fine di ottenere una germinazione rapida e uniforme, le specie a germinazione più difficile sono sottoposte a trattamenti di pre-germinazione, quali ad esempio il *coldpriming*, il *soaking*, l'*osmopriming*, il *matrix priming* e l'*hydropriming*, che hanno in comune l'obiettivo di soddisfare, in condizioni controllate, le esigenze che il seme manifesta in termini di acqua, luce e ossigeno durante le prime fasi del processo germinativo fino all'emissione della radichetta. Nelle prime fasi dopo la semina, infatti, le condizioni ambientali possono risultare limitanti per la germinazione, rendendo il seme più suscettibile ad attacchi parassitari.

Il *coldpriming* si esegue a basse temperature (5-10 °C), ponendo i semi su un substrato umido, in modo che possano assorbire acqua ed ossigeno. L'ambiente nel quale si realizza il trattamento rende possibile l'attivazione del metabolismo, ma il livello termico è inadeguato per consentire l'emissione della radichetta. La durata del trattamento dipende dalle temperature adottate e dalle esigenze della specie.



combination of chemical and physical treatments (Ding et al., 2013). Of course, it is important to preserve the quality of the seeds also during the storage, by keeping the seeds at low temperature and low humidity, in a controlled environment.

After buying or producing a new lot of seeds, it is always advisable to make some germination tests (Photo 12) before the seeding to verify the germination percentage and the germinating power.

The germination percentage will be considered when calculating the amount of seeds to be used per unit area, in order to obtain the desired seedling density. While some species of microgreens germinate very easily, some others need more time and require the application of some expedients for a better germination. Especially in the case of commercial production it is important to have a fast, uniform and high germination, and the species that have more germination issues are usually subject to pre-germination treatments such as, for example, coldpriming, soaking, osmopriming, matrix priming and hydropriming, which have the common purpose of satisfying, under controlled conditions, the needs of the seed in terms of water, light and oxygen from the first stages of the germination process until right before the emergence of the radicle. Accelerate the germination process is important also because, immediately after sowing, the environmental conditions can limit the germination process and seeds may be more exposed to parasitic attacks.

The coldpriming is performed at low temperatures (5-10 °C), by placing the seeds in a moist substrate, so that they can absorb water and oxygen. Under such conditions, the germination process is activated, but the low temperatures do not allow the emergence of the radicle.

combinados (Ding et al., 2013). Obviamente, es también importante mantener la calidad de las semillas durante el almacenamiento, conservándolas en un ambiente controlado con niveles de temperatura y humedad bajos. Después de comprar o la producir un lote de semillas y antes de la siembra, conviene siempre realizar algunas pruebas de germinación (foto 12) para comprobar el porcentaje de germinación y el poder de germinativo de éstas. El porcentaje de germinación viene considerado en el cálculo de la cantidad de semillas que se tienen que usar por unidad de área, con el fin de obtener la densidad de las plántulas deseada. Mientras que algunas especies de micro-hortalizas germinan fácilmente, otras tardan más y para germinar bien necesitan medidas especiales. Así, en el caso de los cultivos comerciales, con el fin de obtener una germinación rápida y uniforme, las especies con germinación más difícil se someten a tratamientos de pre-germinación, tales como el coldpriming, el soaking, el osmopriming, el matrix priming y el hydropriming, que tienen en común el objetivo de satisfacer, en condiciones controladas, las exigencias que la semilla manifiesta en términos de agua, luz y oxígeno durante las primeras fases de la germinación hasta la emisión de la radícula. De hecho, en las primeras fases después de la siembra, las condiciones ambientales pueden ser limitantes para la germinación haciendo que las semillas sean más susceptibles a los ataques parasitarios. El coldpriming se realiza a bajas temperaturas (5-10 °C), mediante la colocación de las semillas en un sustrato húmedo, de modo que puedan absorber agua y oxígeno. El ambiente en el cual se lleva a cabo el tratamiento hace posible la activación del metabolismo, pero la temperatura es inadecuada para permitir la emisión de la radícula.



Con il *coldpriming* è possibile ottenere un incremento della velocità e della uniformità di germinazione, anche in condizioni di stress. Ad esempio, su semi di lattuga il *coldpriming* della durata al massimo di 48 ore può attenuare i fenomeni di termodormienza che si manifestano al di sopra dei 20 °C (Giulianini et al., 1992).

Il *soaking* (o *hardening*) consiste in una semplice imbibizione prima della semina, dopo la quale i semi possono essere nuovamente disidratati. Nel caso in cui questi siano sottoposti a parecchi cicli di idratazione-disidratazione, il trattamento prende il nome di *presowing*, *drought-hardening* o semplicemente *hardening*.

La tecnica dell'*osmopriming*, o condizionamento osmotico, consiste nell'immergere i semi in una soluzione acquosa aerata contenente degli agenti osmotici capaci di abbassare il potenziale dell'acqua (rendendo l'acqua meno disponibile) in modo che i semi siano idratati a sufficienza per avviare il processo di germinazione, senza completarlo con l'emergenza della radichetta. In questo modo, poiché i semi raggiungono lo stesso stadio fisiologico, quando saranno posti in condizioni ottimali per la germinazione, germineranno molto velocemente ed in maniera uniforme.

Lo stesso principio è alla base del *matrix priming* in cui si sfrutta il potenziale di matrice mescolando i semi, in adeguate proporzioni, con un materiale solido caratterizzato da particelle molto piccole, alta superficie e alta capacità di ritenzione idrica, come la vermiculite e con acqua. Al termine del trattamento, la semina può essere fatta utilizzando direttamente il miscuglio di semi e vermiculite.

Il principio dell'*hydropriming* è analogo a quello dell'*osmopriming*; consiste in un'imbibizione controllata del seme; a differenza dell'*osmopriming*,



The duration of the treatment depends from temperatures adopted and from the needs of the species. The application of the coldpriming can enhance the speed and uniformity of the seed germination even under stress conditions. For example, on lettuce seeds the application of the coldpriming, for a maximum time of 48 hours, can reduce the occurrence of thermodormancy phenomena when temperatures are above 20 °C (Giulianini et al., 1992).

The soaking (or hardening) consists in a simple imbibition of the seeds before sowing; then, after the soaking treatment, the seeds can be dehydrated again. When seeds are subject to several hydration-dehydration cycles, the treatment is called presowing drought-hardening or simply hardening.

The osmopriming technique, also known as osmotic conditioning, consists in soaking the seeds in an aerated water solution containing an osmotic agent capable of lowering the water potential (making the water less available), so that the seeds are hydrated just enough to start the germination process without completing it with the emergence of the radicle. In this way, since all the seeds reach the same physiological status, once they are placed under optimal conditions, the germination process will be very fast and uniform.

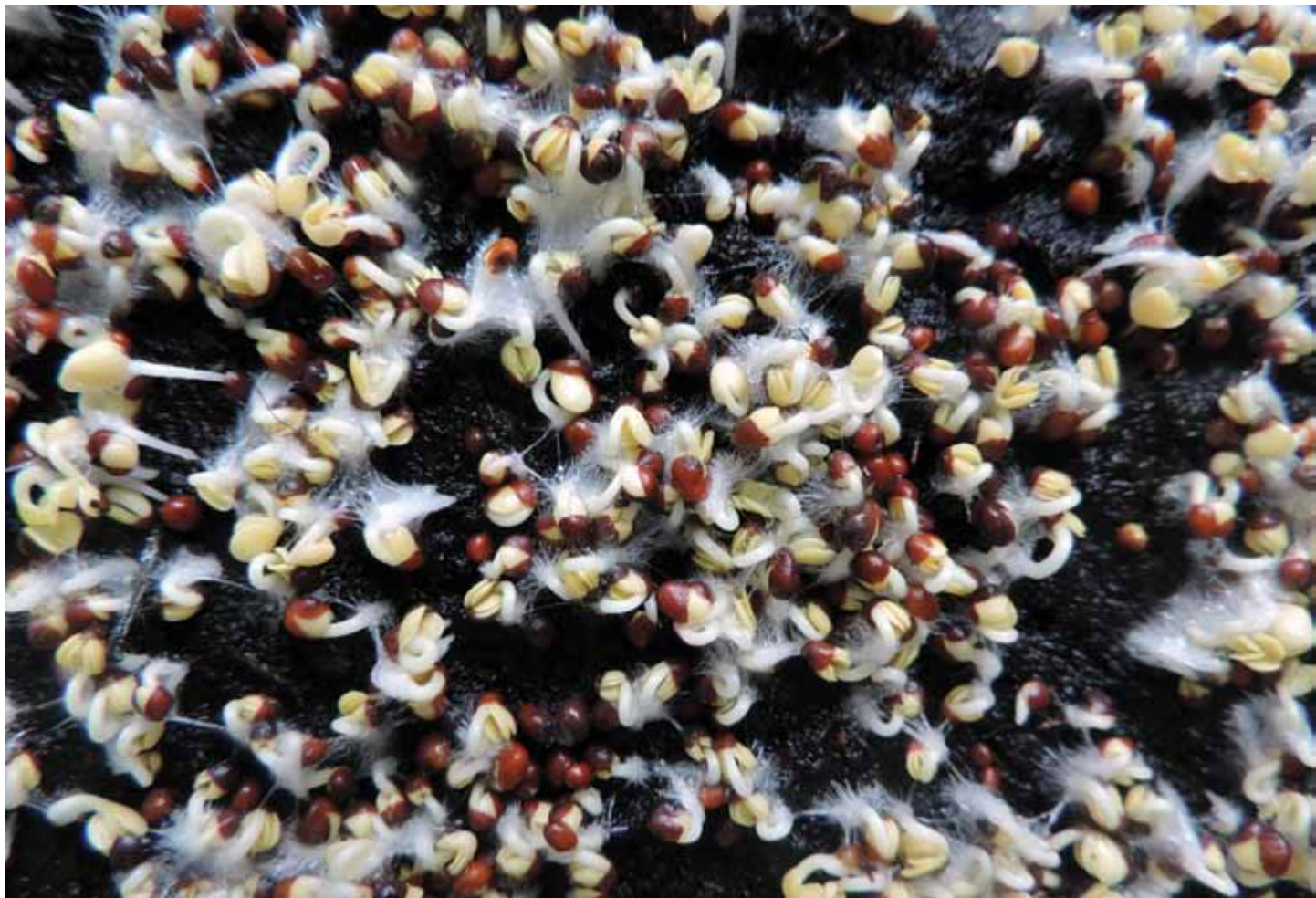
The same principle is at the base of the matrix priming, which exploits the matrix potential by mixing the seeds, in adequate proportions, with a solid material characterized by very small particles, high surface area and high water holding capacity, such as vermiculite, and with water. At the end of the matrix priming treatment, the mix of seeds and vermiculate may be used directly for the sowing.

La duración del tratamiento depende de las temperaturas utilizadas y las necesidades de la especie. Con el coldpriming es posible obtener un aumento de la velocidad y de la uniformidad de la germinación, incluso en condiciones de estrés. Por ejemplo, en semillas de lechuga el coldpriming con una duración máxima de hasta 48 horas puede reducir los fenómenos de termodormancia que se producen por encima de los 20 °C (Giulianini et al., 1992).

El soaking (o hardening) consiste en una simple imbibición antes de la siembra, después de la cual las semillas pueden deshidratarse nuevamente. En el caso en el cual éstas se sometan a varios ciclos de hidratación-deshidratación, el tratamiento lleva el nombre de presowing, drought-hardening o simplemente hardening.

La técnica del osmopriming, o acondicionamiento osmótico, consiste en sumergir las semillas en una solución acuosa aireada que contiene agentes osmóticos capaces de reducir el potencial del agua (haciendo que el agua sea menos disponible) de forma que las semillas están suficientemente hidratadas para iniciar el proceso de germinación, pero sin que éste sea completado con la aparición de la radícula. Así, ya que todas las semillas alcanzan el mismo estado fisiológico, cuando serán colocadas en condiciones óptimas para la germinación, lo harán muy rápidamente y de una forma uniforme.

El mismo principio es el fundamento de la matrix priming en el cual se aprovecha el potencial de la matriz mediante la mezcla, en proporciones adecuadas, de las semillas con un material sólido caracterizado por partículas muy pequeñas, alta área superficial y alta capacidad de retención de agua, como por ejemplo vermiculita y agua. Después del tratamiento, la mezcla de semillas y vermiculita puede ser utilizada directamente en la siembra.



non si utilizzano soluzioni a diverso potenziale osmotico, ma semplicemente acqua distillata. I semi vengono direttamente immersi, per un certo periodo di tempo e a temperatura ambiente, in recipienti contenenti acqua deionizzata aerata.

Un altro aspetto fondamentale del processo di produzione di micro-ortaggi legato al seme è la densità di semina; la maggior parte dei produttori a livello commerciale utilizza densità di semina elevate per massimizzare la produzione. Tuttavia, oltre a tenere presente il costo dei semi, occorre considerare che aumentando la densità di semina si riduce il peso medio delle singole piantine e si favorisce l'allungamento degli steli, che essendo poco esposti alla luce e crescendo in condizioni microclimatiche caratterizzate da elevata umidità e scarsa circolazione di aria, si inteneriscono e possono essere facilmente soggetti a marciumi, con conseguente riduzione della *shelf life* e qualità dei micro-ortaggi.

Indicativamente, la densità di semina può oscillare da 1 seme/cm<sup>2</sup> (per i semi più grandi, come, ad esempio, cece, pisello, mais, ecc.) fino a 4 semi/cm<sup>2</sup> (per i semi più piccoli, come, ad esempio, cima di rapa, broccolo, cavolfiore, cicoria, ecc.).

La semina generalmente si effettua distribuendo manualmente i semi sulla superficie del substrato, mentre le aziende che operano a livello commerciale spesso utilizzano seminatrici di precisione. La germinazione deve avvenire in assenza di luce, con temperature idonea alla specie (15-25 °C) ed elevata umidità relativa (80-90%). Per la produzione dei micro-ortaggi il seme non ha bisogno di essere posto in profondità, anche per evitare che nel corso della germinazione il germoglio sia sporcato dallo stesso substrato di coltivazione. Tuttavia, durante questa fase, il seme deve essere mantenuto umido, per facilitare la completa germinazione; perciò, soprattutto nel caso di condizioni climatiche non ottimali per la germinazione, per un periodo di due o tre giorni dopo la semina, le vaschette, le canalette o i bancali di coltivazione possono essere coperti, senza toccare i semi, utilizzando ad esempio un film plastico nero, con l'obiettivo di aumentare la temperatura e quindi la velocità di germinazione e mantenere condizioni di elevata umidità nell'ambiente di germinazione. Una volta avvenuta la germinazione (Foto 13), la copertura deve essere rimossa. Le aziende commerciali spesso hanno a disposizione delle camere di germinazione che assicurano il controllo delle condizioni climatiche e il mantenimento di condizioni ottimali per la germinazione di diverse specie.



The hydropriming is similar to the osmopriming and consists simply in a controlled imbibition of the seeds in aerated water, without the use of osmotic agents, before sowing. The seeds are directly immersed, for a certain period of time and at room temperature, in containers with aerated deionized water.

Another fundamental aspect of the microgreens production, related to the seeds is the sowing density. At commercial level, most of the growers prefer to use high sowing densities to maximize the production. However, besides taking into account the cost of the seeds, it should be considered that increasing the sowing density the average weight of the single seedlings decreases and a high seedling density often promotes an undesired elongation of the stems, which being less exposed to the sunlight and growing in microclimatic conditions characterized by high humidity and scarce air circulations causing, will become more tender and can be easily susceptible to fungal diseases, with consequent reduction of the shelf life and quality of the microgreens.

Approximately, the seeding density can range from 1 seed/cm<sup>2</sup> (for the bigger seeds like, for example, chickpea, corn, green pea, etc.) up to 4 seeds/cm<sup>2</sup> (for the smallest seeds like, for example, rappini, broccoli, cauliflower, chicory, etc.).

Seed are usually broadcasted on the surface of the growing media by hand, while commercial farms often use precision seeding machines. The germination should take place in the dark, at the optimal temperature for the species (15-25 °C) and in presence of high relative humidity (80-90%). For the production of microgreens, the seed do not need to be placed deep in the growing media, also to avoid that during the germination the seedling gets dirty with the same growing media. However, the seeds must be kept wet to enable the complete germination. Therefore, especially in presence of sub-optimal climatic conditions, for two to three days after sowing, the growing trays, channels or benches, can be covered without touching the seeds, using for example a black plastic film, in order to increase the temperature and thus, speed up the germination, and maintain a high humidity level. Once the seeds germinate (Photo 13), the cover must be removed. Commercial farms often have germination chambers that can assure the complete control of the climatic conditions and the maintenance of optimal conditions for the germination of different species.

El principio del hydropriming es similar a el del osmopriming; consiste en una imbibición controlada de la semilla; a diferencia del osmopriming, no se utilizan soluciones con diferente potencial osmótico, sino simple agua destilada. Las semillas se sumergen directamente, durante un cierto período de tiempo y a temperatura ambiente, en recipientes con agua desionizada.

Otro aspecto fundamental relacionado con la semilla es la densidad de siembra; a nivel comercial, la mayoría de los productores usa una alta densidad de siembra para maximizar la producción, pero a menudo esta alta densidad puede promover el alargamiento de los tallos, lo que da lugar a una reducción en la calidad de las micro-hortalizas, y al aumento del riesgo de enfermedades de las plantas, especialmente de origen fúngico.

A título indicativo, la densidad de siembra puede variar desde 1 semilla/cm<sup>2</sup> (para las semillas más grandes, tales como, por ejemplo, garbanzos, guisantes, maíz, etc.) hasta 4 semillas/cm<sup>2</sup> (para semillas más pequeñas, tales como, por ejemplo, "cima di rapa", brócoli, coliflor, achicoria, etc.).

La germinación debe llevarse a cabo en ausencia de luz, con temperaturas adecuadas para la especie (15-25 °C) y humedad relativa alta (80-90%).

En la producción de micro-hortalizas, la semilla no se siembra en profundidad, para evitar que durante la germinación las plántulas se ensucien.

Durante esta fase la semilla debe mantenerse húmeda, para facilitar que la germinación sea completa; para ello las bandejas o las canaletas vienen cubiertas, por ejemplo con una película de plástico oscuro, durante 2-3 días, con el fin de mantener una alta humedad en el ambiente y proporcionar un efecto de mini invernadero, especialmente si las condiciones climáticas externas no son óptimas. Después de la germinación (foto 13), tenemos que quitar la cubierta. En las instalaciones comerciales se pueden utilizar cámaras de germinación que garantizan el mantenimiento de los susodichos parámetros climáticos.





## IRRIGAZIONE E FERTIRRIGAZIONE

Durante la fase di germinazione vengono in genere utilizzati sistemi di irrigazione dall'alto mediante nebulizzatori. Mentre, dopo la germinazione sono da preferire sistemi di irrigazione dal basso (subirrigazione) che consentono di non bagnare direttamente i giovani germogli, evitando eccessi di umidità e limitando così anche l'insorgenza di problemi fitosanitari (Treadwell et al., 2010). Sebbene i micro-ortaggi siano piccole plantule con foglie cotiledonari e abbozzi delle prime foglie vere, la fertilizzazione è fondamentale per ottenere una buona produzione (Murphy e Pill, 2010). I nutrienti possono essere applicati in pre-semina, incorporando in adeguate proporzioni concimi minerali semplici o complessi nel substrato di coltivazione, o dopo la completa germinazione attraverso una soluzione nutritiva. Alcune specie di micro-ortaggi a crescita lenta, come carota, aneto, sedano e bietola, possono beneficiare della concimazione del substrato; altre specie a più rapida crescita, come senape, crescione, cima di rapa, cavolo broccolo, ravanello e specie simili, poiché germinano rapidamente ed esauriscono in tempi brevi le riserve nutritive contenute nel seme possono avvantaggiarsi di più con la fertirrigazione, dopo la germinazione.

A titolo di esempio, una soluzione nutritiva che può essere utilizzata per la produzione commerciale di micro-ortaggi su tappetini o substrati inerti è quella proposta da Hoagland (Hoagland e Arnon, 1950), ma con forza dimezzata, con la seguente composizione di elementi nutritivi in mg/L: N 105, P 15, K 117, Ca 100, Mg 24, B 0,25, Cu 0,01, Fe 2,5, Mn 0,25, Zn 0,025, Mo 0,005.



## IRRIGATION AND FERTILIZATION

During the germination, seeds are usually watered using overhead mist systems. While, after the germination, are preferred subirrigation systems that allow the irrigation of the young seedlings from the bottom, avoiding excesses of humidity, and thus, limiting the occurrence of phytosanitary issues (Treadwell et al., 2010).

Even though, microgreens are small seedlings with small cotyledon leaves and a hint of the first true leaves, fertilization is fundamental to achieve a good production (Murphy et al., 2010). Nutrients can be applied before sowing, by incorporating in adequate rate simple or complex mineral fertilizers in the growing media, or after germination is completed with a nutrient solution.

Some slow-growing species as carrot, dill, celery and beet may benefit from the fertilization of the substrate in pre-sowing, while, other more fast-growing species, such as mustard, watercress, rappini, broccoli, radish and similar species, that germinate easily and deplete quickly the nutrient reserve provided by the seeds, can benefit more from the fertigation after the germination process.

An example of nutrient solution that may be used for the commercial production of microgreens on mats or inert substrates is the one proposed by Hoagland (Hoagland and Arnon, 1950), but at half strength, using the following nutrient concentrations expressed in mg/L: N 105, P 15, K 117, Ca 100, Mg 24, B 0.25, Cu 0.01, Fe 2.5, Mn 0.25, Zn 0.025, Mo 0.005.

## RIEGO Y FERTILIZACIÓN

Durante la fase de germinación se utilizan normalmente sistemas de riego desde arriba por medio de nebulizadores; mientras que después de la germinación es preferible el riego desde abajo (subirrigación) para evitar el exceso de humedad en la parte aérea y por tanto el desarrollo de enfermedades de las plantas (Treadwell et al., 2010). Aunque las micro-hortalizas son plántulas con las primeras hojas verdaderas incompletas, la fertilización es crucial para conseguir una buena producción (Murphy et al., 2010). La fertilización puede llevarse a cabo tanto en pre-siembra, mediante la incorporación en el sustrato de fertilizantes minerales simples, complejos o organominerales, como a partir de la germinación completa. Algunas especies de micro-hortalizas de crecimiento lento, como la zanahoria, el eneldo, el apio y la acelga, se benefician de la fertilización del sustrato; mientras que otras de más rápido crecimiento, como la mostaza, los berros y la "cima di rapa", lo hacen de la fertilización a través de fertirrigación, ya que germinan y agotan rápidamente sus reservas nutricionales.

A modo de ejemplo, una solución nutritiva que podría ser usada en la producción comercial de micro-hortalizas en esteras o sustratos inertes es la propuesta por Hoagland (Hoagland y Arnon, 1950), pero con la mitad de la fuerza, con la siguiente composición de nutrientes en mg/L: N 105, P 15, K 117, Ca 100, Mg 24, B 0,25, Cu 0,01, Fe 2,5, Mn 0,25, Mo 0,005, Zn 0,025.



## RACCOLTA, QUALITÀ IGIENICO SANITARIA E CONSERVAZIONE POST-RACCOLTA

A seconda del sistema di coltivazione utilizzato, delle condizioni climatiche e del genotipo, il ciclo di coltivazione dei micro-ortaggi può durare da 7 a 21 giorni, dopo la germinazione. Le giovani plantule sono pronte per essere raccolte alla comparsa degli abbozzi delle prime foglie vere, quando i cotiledoni sono completamente espansi, e ancora turgidi, e a seconda della specie hanno raggiunto un'altezza di 5-10 cm.

La raccolta può essere effettuata manualmente con delle forbici o una lama, o utilizzando una lama elettrica, tagliando le plantule a pochi millimetri dalla superficie del substrato (Foto 14), evitando le particelle di substrato e, se è possibile, i tegumenti dei semi che in molte specie (erba cipollina e bietola, ad esempio) non è possibile scartare poiché rimangono spesso uniti ai cotiledoni.

Poiché altamente deperibili, i micro-ortaggi devono essere lavati e raffreddati (1-5 °C) subito dopo il taglio, e per la loro manipolazione devono essere seguite tutte le buone pratiche atte a preservare la qualità igienico sanitaria (lavaggio degli strumenti di taglio, utilizzo di guanti, lavaggio delle vaschette e pulizia degli ambienti di lavoro e conservazione, ecc.) come per tutti gli ortaggi di IV gamma. L'alternativa alla raccolta con il taglio è la commercializzazione del prodotto direttamente in vaschetta con tutto il substrato di coltivazione; in tal caso, sebbene si deve garantire comunque un'ottima qualità igienico sanitaria, sarà il consumatore finale ad effettuare il lavaggio del prodotto. Il punto critico in questo caso è quello di fornire acqua a sufficienza per garantire la sopravvivenza delle piantine ed una buona *shelf life* del prodotto una volta che è uscito dall'azienda.



## HARVEST, HYGIENIC-SANITARY QUALITY AND POST-HARVEST STORAGE

Depending on the cultivation system used, the weather conditions and the genotype, the microgreens growing cycle can last from 7 up to 21 days after the germination. Microgreens are ready to be harvested at the appearance of the first true leaves, when the cotyledons are fully expanded and still turgid, and depending on the species have reached a height of 5-10 cm. The harvest can be performed cutting the seedling few millimeters above the growing media (Photo 14), either manually using a pair of scissors or a blade, or using an electric knife, avoiding to include particles of the growing media, and if possible, the integuments of the seeds that, in many species, cannot be easily excluded since they often remain attached to the cotyledons. Being highly perishable, microgreens should be washed and cooled (1-5 °C) immediately after the harvest, and of course they should be handled following all the good practices to preserve the hygienic-sanitary quality (cleaning harvesting tools, packing and storage room, using gloves, etc.) as for all the fresh cut vegetables.

An alternative to the harvest of the microgreens by cut is to market the product directly into a tray or a package with the whole growing media, while the plants are still growing. In this case, although the producer must still ensure a good hygienic quality, the final consumer will need to wash the product. The critical point in this case is to provide enough water to the seedlings in order to assure their survival and a good shelf life of the product once it exits the farm.

## RECOLECCIÓN, CALIDAD HIGIÉNICO-SANITARIA Y ALMACENAMIENTO POSCOSECHA

Las plántulas están listas para ser cosechadas cuando alcanzan una altura de 5-10 cm, dependiendo de la especie, y no hayan producido o tengan incompletas, las primeras hojas verdaderas. El ciclo de cultivo puede durar de 7 a 21 días después de la germinación, dependiendo del sistema utilizado, las condiciones climáticas y el genotipo.

La cosecha se puede realizar con tijeras o con cuchilla, cortando las plántulas por encima de la superficie del sustrato (foto 14), evitando así las partículas de éste y, si es posible, las cubiertas de las semillas que en muchas especies (cebollino y acelga, por ejemplo) no se pueden descartar porque a menudo permanecen unidas a los cotiledones.

Las micro-hortalizas, ya que son altamente perecederas, deben ser lavadas y enfriadas (1-5 °C) inmediatamente después del corte, y en su manipulación deben realizarse todas las buenas prácticas para preservar la seguridad alimentaria (lavado de las herramientas de corte, uso de guantes, lavado de los recipientes y bandejas y limpieza de los ambientes de trabajo y conservación).



## PRODURRE MICRO ORTAGGI A CASA - IL MICRO-ORTO SUL BALCONE

La possibilità di produrre i micro-ortaggi in maniera molto semplice, senza l'apporto di input esterni come fertilizzanti e pesticidi, anche in spazi piccolissimi, come quello di una terrazza, di un balcone o del davanzale di una finestra, rappresenta una vera rivoluzione per il crescente numero di persone che vogliono auto-produrre il cibo che consumano, in quanto il micro-orto sul balcone può consentire la produzione "a metro zero" ed "a basso costo" di ortaggi freschi e benefici per la salute umana tutto l'anno. Di seguito vengono elencati alcuni consigli per una semplice produzione casalinga riutilizzando materiali che altrimenti diventerebbero rifiuti e utilizzando gli stessi "strumenti" che normalmente utilizziamo per la cura del nostro giardino o delle piante di casa.

- 1 Recuperare e riutilizzare una vaschetta in plastica per alimenti.

*Save and reuse a plastic tray or box that you bought with your food.*

*Reutilizar una bandeja de plástico para alimentos.*

## PRODUCE MICRO VEGETABLES AT HOME - THE MICRO-GARDEN ON THE BALCONY

*The possibility of producing microgreens in a simple way, without the supply of external inputs such as fertilizers and pesticides, even in a small space as a terrace, a balcony or the windowsill, is a real revolution for the growing number of people who want to self-produce the food that they eat, since the 'micro garden' may allow the production of 'zero mile' and 'low cost' fresh vegetables, beneficial for human health, all year round. Hereafter are listed some tips for the simple home-production of microgreens, reusing materials that would otherwise be thrown away and using the same 'tools' we normally use for the care of our garden or house plants.*

## PRODUCIR MICRO-HORTALIZAS EN CASA - EL MICRO-HUERTO EN EL BALCÓN

*La capacidad de producir micro-hortalizas de una manera sencilla, sin la adición de input externos como fertilizantes y pesticidas, incluso en espacios pequeños, como una terraza, un balcón o el alféizar de una ventana, permite la producción a "cero metros" y de "bajo coste" de alimentos que pueden servir como un nuevo ingrediente en la cocina para valorizar el sabor, el color, la textura y el valor nutricional, o como garnier, embelleciendo platos tradicionales. A continuación se elencan algunos consejos para una producción casera sencilla reutilizando materiales que de otra manera serían desechados y utilizando las "herramientas" para el cuidado de las plantas de nuestro balcón.*



- 2 Forare la vaschetta sul fondo e procurarsi un substrato torboso a granulometria fine, i semi della specie desiderata e uno spruzzino nebulizzatore.

*Drill some holes at the bottom of the tray and get a fine peat or similar substrate, the seeds of the species you are willing to grow and a little hand-sprayer.*

*Agujerear la bandeja en la parte inferior y procurarse un sustrato a base de turba de partícula fina, las semillas de la especie deseada y un pulverizador.*



- 3 Riempire la vaschetta con il substrato di coltivazione.

*Fill up the tray with the growing media.*

*Poner el sustrato en la bandeja.*



- 4 Creare uno strato di 3-4 cm di substrato, a seconda dell'altezza della vaschetta, e livellarlo avendo cura di non compattarlo troppo.

*Create a substrate layer about 3-4 cm deep, depending on the height of the tray, and level it without compacting too much.*

*Crear una capa de 3-4 cm de sustrato, dependiendo de la altura de la bandeja, y nivelar la superficie teniendo cuidado de que no se compacte.*



- 5 Eseguire la semina distribuendo i semi uniformemente sulla superficie del substrato.

*Broadcast uniformly the seeds on the surface of the substrate.*

*Sembrar teniendo cuidado de distribuir las semillas uniformemente sobre la superficie del sustrato.*



- 6 Inumidire i semi e il substrato con acqua di rubinetto, mediante uno spruzzino, in modo da garantire acqua a sufficienza per 2-3 giorni.

*Spray tap water on the seeds enough to keep them and the substrate moist for 2-3 days.*

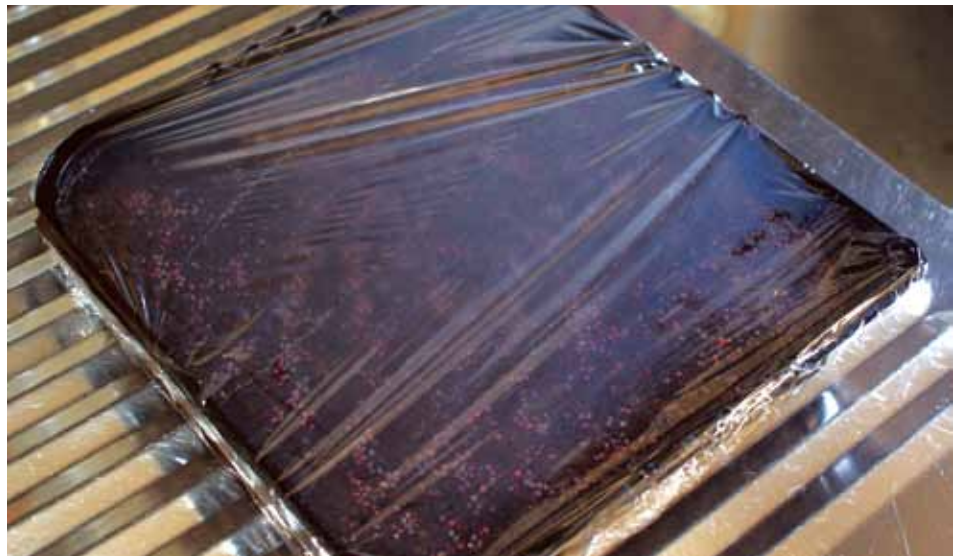
*Humedecer las semillas y el sustrato con agua, usando un pulverizador.*



- 7 Coprire la vaschetta con un film plastico per 2-3 giorni per favorire la germinazione, avendo cura di mantenere umido il substrato e la superficie dei semi.

*Cover the tray with a plastic wrap for 2-3 days to enhance the germination, making sure that the substrate and the surface of the seeds remain wet.*

*Cubrir la bandeja con una película de plástico durante 2-3 días para que las semillas germinen, manteniendo húmedo el sustrato y la superficie de las semillas.*



- 8 Alcuni giorni dopo la germinazione, esponendo la coltura alla giusta illuminazione e temperatura e irrigando adeguatamente il substrato, otterrai i tuoi micro-ortaggi freschi e pronti da gustare.

*A few days after the germination, exposing the crop to the right lighting and temperature conditions, and watering properly the substrate, you will get your own fresh and tasty microgreens ready to eat.*

*Pasados unos días de la germinación, regando y con la una iluminación adecuada, obtendrá la bandeja con sus micro-hortalizas listas para el consumo.*



**References**

- Abad M., Noguera P., Bures S., 2001. National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: Case study in Spain. *Bioresource Technology*, 77, 197-200.
- Ding H., Fu T.J., Smith M.A., 2013. Microbial contamination in sprouts: how effective is seed disinfection treatment? *Journal of Food Science*, 78, R495-R501.
- Hoagland D.R., Arnon D.I., 1950. The water-culture method for growing plants without soil. California Agricultural Experiment Station, pp. 347.
- Giulianini D., Nuvoli S., Pardossi A., Tognoni F., 1992. Trattamenti pregerminativi di semi di pomodoro e peperone. *Colture Protette*, 21 (6), 73-79.
- Kopsell D.A., Sams C.E., 2013. Increases in Shoot Tissue Pigments, Glucosinolates, and Mineral Elements in Sprouting Broccoli after Exposure to Short-Duration Blue Light from Light Emitting Diodes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 138, 31-37.
- Murphy C.J., Pill W.G., 2010. Cultural practices to speed the growth of microgreen arugula (roquette: *Eruca vesicaria* subsp. *sativa*). *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 85, 171-176.
- Samuolienė G., Brazaitytė A., Sirtautas R., Viršilė A., Sakalauskaitė J., Sakalauskienė S., Duchovskis P., 2013. LED illumination affects bioactive compounds in Romaine baby leaf lettuce. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93, 3286-91.
- Treadwell D.D., Hochmuth R., Landrum L., Laughlin W., 2010. Microgreens: A new specialty crop. University of Florida, IFAS, EDIS publ. HS1164. <https://edis.ifas.ufl.edu/hs1164>. Accessed 7 Jul 2015.



Microgreens of red leaf-beet (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*) - acelga roja - bietola da costa rossa



Microgreens



## 5. Educare con i micro-ortaggi

*Educate with microgreens*

*Educar con las micro-hortalizas*

Rossella Carone, Francesco Di Gioia



*Allium schoenoprasum* L.

Nel loro 'piccolo' i micro-ortaggi sono anche un ottimo strumento educativo. Proprio perché coltivabili in maniera molto semplice, in poco spazio e in tempi brevi, ben si prestano alla realizzazione di divertenti attività didattiche mirate soprattutto all'educazione ambientale ed alimentare.

L'esigenza di educare a vivere in armonia con la natura è un tema di grande attualità e rilevanza, che richiede grande attenzione da parte degli educatori e coinvolge anche genitori, famiglie e altri attori sociali. Il rapporto tra bambino e natura non è una novità da un punto di vista pedagogico. Già Rousseau (1712-1778) nell'Emilio attribuisce molta importanza all'ambiente naturale come spazio formativo e successivamente molti pedagogisti hanno dato grande importanza educativa al contatto con la natura (Casini, 2009).

Tra questi, Maria Montessori (1870-1952), madre della pedagogia moderna, intuendo l'esistenza di un forte legame tra infanzia e natura, è stata la prima ad attribuire un ruolo importante alla natura ed allo spazio del giardino all'interno del suo metodo educativo. Infatti, Montessori dedicò all'argomento un intero capitolo ("La natura nell'educazione") del suo primo libro "Il metodo della pedagogia scientifica applicato nelle Case dei Bambini", pubblicato nel 1909. Esortare al rispetto del "verde" non è certo sufficiente a sensibilizzare bambini spesso abituati a vivere in casa. Solo un'esperienza positiva a contatto con la natura offre la possibilità di educare cittadini capaci di aver cura del pianeta invece che di sfruttarlo.

Secondo Montessori, le cure premurose verso gli esseri viventi sono la soddisfazione di uno degli istinti più vivi dell'anima infantile, perciò nelle sue scuole i bambini avevano la possibilità di vangare, seminare,

*In their own small way, microgreens are also a perfect education tool. Given that microgreens can be grown very simply, in little space and short times, they serve well to realize exciting educational activities on environment and nutrition.*

*The need to educate to live in harmony with nature is a very topical and relevant theme that requires great attention from educators and involves also parents, families and other social actors. The relationship between child and nature is not new from a pedagogical point of view. Rousseau (1712-1778), in his work Emilio, already gives great importance to the natural environment conceived as an education space and, later on, many educators have attributed great educational importance to the contact with nature (Casini, 2009).*

*Among them, Maria Montessori (1870-1952), considered the mother of modern pedagogy, perceiving the existence of a strong link between childhood and nature, was the first one to attribute an important role to nature and to the space of the garden in her educational method. Montessori in fact, dedicated a whole chapter ("Nature in education") to this topic in her first book The Montessori Method: Scientific Pedagogy as Applied to Child Education in the Children's Houses, published first in Italian (1909) and then in English (1912). Urging respect for the 'environment' is, of course, not enough to sensitize kids that often are used to live in an apartment. Only a positive experience in contact with nature may provide the opportunity to educate citizens capable of taking care of the planet rather than just exploiting it. According to Montessori, the attentive care towards living beings can satisfy one of the most alive instincts of a child. Therefore, in her schools, children had the chance to dig, sow, cultivate,*

*Las micro-hortalizas son una gran herramienta educativa y se adaptan muy bien a la realización de divertidas actividades educativas dirigidas especialmente a la educación ambiental y alimentaria, ya que se cultivan de forma muy sencilla, en un espacio reducido y en un corto periodo de tiempo.*

*La exigencia de educar a vivir en armonía con la naturaleza es un tema de gran actualidad y relevancia, que requiere una gran atención por parte de los educadores e involucra a los padres, las familias y otros actores sociales. La relación entre los niños y la naturaleza no es una novedad desde un punto de vista pedagógico. Ya Rousseau (1712-1778) en el Emilio atribuye gran importancia al medio natural como un espacio de formación y, posteriormente, muchos educadores han dado gran importancia al contacto con la naturaleza (Casini, 2009).*

*Entre ellos, María Montessori (1870-1952), madre de la pedagogía moderna, intuendo la existencia de un fuerte vínculo entre la niñez y la naturaleza, fue la primera en atribuir un papel importante a la naturaleza y al espacio del jardín dentro de su método educativo. De hecho, Montessori dedicó al tema un capítulo entero ("La naturaleza en la educación") de su primer libro, "El método de la pedagogía científica aplicada en las Casas de los Niños", publicado en 1909. Exhortar al respeto por el "verde" no es suficiente para concienciar los niños acostumbrados a vivir en casa. Sólo una experiencia positiva en contacto con la naturaleza ofrece la oportunidad de educar ciudadanos capaces de cuidar el planeta en lugar de explotarlo.*

*Según Montessori, el cuidado de los seres vivos es la satisfacción de uno de los instintos más vivos del alma infantil, por lo que en su escuelas los niños tuvieron la oportunidad de cavar, sembrar, cultivar, cuidar de las plantas y hacer jardinería.*



coltivare, curare le piante, fare giardinaggio. Attraverso l'aula all'aperto, nel giardino delle scuole montessoriane, i bambini sono introdotti allo studio della civiltà a partire dalle sue origini: l'agricoltura. Da qui, attraverso un'esperienza diretta e concreta, si passa poi a studiare il rapporto tra uomo e ambiente, l'importanza della cura dell'ambiente per la disponibilità di cibo e per la nostra vita, le scienze e l'uomo. La meraviglia della natura ha il grande potere di invogliare i bambini a scoprirne i suoi segreti con lo studio delle scienze, molto più delle immagini racchiuse nei libri.

Sebbene quest'idea di scuola in cui si attribuisce un ruolo educativo importate al contatto con la natura si sia estesa anche all'esterno delle scuole montessoriane, ci sono scuole che non hanno a disposizione uno spazio aperto, un orto o un giardino in cui svolgere queste attività. Grazie all'uso dei micro-ortaggi, quello che può sembrare un grande ostacolo, può essere valicato facilmente. È possibile infatti, sfruttando anche solo la luce delle finestre, far fare l'esperienza di coltivare micro-ortaggi anche utilizzando gli spazi di una normale aula. Persino a casa, in città, le famiglie possono divertirsi ed educare i bambini dando loro la possibilità di 'giocare' e crescere coltivando micro-ortaggi, ad esempio sul balcone di casa.

Nell'organizzazione di un progetto didattico con i micro-ortaggi, prima ancora di iniziare con la coltivazione vera e propria, sarà utile dedicare una prima esercitazione alla conoscenza del suolo, facendo toccare con mano il substrato di coltivazione in modo da far percepire ai bambini le funzioni e l'importanza del terreno. Poiché è possibile coltivare i micro-ortaggi in un comune contenitore, se non si hanno a disposizione dei vasi, è possibile mostrare ai bambini come ridurre sprechi e limitare

*take care of the plants and do gardening. Through the outdoor class activities, in the gardens of Montessori schools, kids are introduced to the study of civilization starting from its origin: agriculture. Then, from this, through a direct and concrete experience, they start studying the relationship between man and environment, the importance of preserving the environment for our future food security, the sciences and the human being. The marvel of nature has the great power to encourage the children to discover its secrets through the study of the sciences, much more than the pictures of the books.*

*Although this idea of school, that attributes a great educational role to the contact with the nature has spread also outside the Montessori schools, there are schools that do not have an open space or a garden available to do these activities. With the tiny microgreens, the lack of space can be easily overcome. It is possible in fact, to propose the experience of growing microgreens even having available only the sunlight passing through the windows of a classroom. Even at home, in a city, families can have fun and educate their children, giving them the chance to 'play' and grow up by growing microgreens, for example on the balcony of the house.*

*Organizing an educational project with the microgreens, before starting with the actual cultivation, it may be useful to dedicate a first experience to the soil, offering to the kids the opportunity to touch the soil with their own hands, so that they can perceive the functions and importance of the soil. Since it is possible to grow microgreens in almost any container, if regular pots are not available, it may be possible to show the kids how to reduce wastes and*

*A través de la clase al aire libre, en el jardín de las escuelas Montessori, los niños son inmersos en el estudio de la civilización desde sus inicios: la agricultura. Desde aquí, a través de una relación directa y concreta, se pasa a estudiar la relación entre el hombre y el medio ambiente, la importancia de cuidar el medio ambiente para disponer de alimentos y para nuestra vida, las ciencias y el hombre. La maravilla de la naturaleza tiene el gran poder de animar a los niños a descubrir sus secretos con el estudio de la ciencia, mucho más que las imágenes en los libros.*

*Aunque esta idea de escuela en la cual se atribuye un papel educativo importante al contacto con la naturaleza ha sido extendida incluso fuera de las escuelas Montessori, hay escuelas que no tienen acceso a un espacio abierto, un huerto o un jardín donde poder desarrollar estas actividades. Gracias al uso de las micro-hortalizas, lo que parece un gran obstáculo, puede ser superado fácilmente. De hecho, es posible realizar un cultivo de micro-hortalizas utilizando tan sólo la luz de las ventanas y los espacios de un aula normal. Incluso en casa, en la ciudad, las familias pueden divertirse y educar a sus hijos, dándoles la oportunidad de "jugar" y crecer cultivando las micro-hortalizas, por ejemplo, en el balcón de casa. En la organización de un proyecto educativo con las micro-hortalizas, antes de empezar con el verdadero cultivo, será útil dedicar una clase práctica al conocimiento de la tierra, permitiendo que los niños toquen con la mano el medio de cultivo para transmitirles las funciones y la importancia de la tierra. Ya que es posible cultivar las micro-hortalizas en un recipiente, si no hay macetas disponibles, podemos enseñar a los niños cómo reducir los residuos y limitar el impacto ambiental a través de la reutilización de materiales que normalmente terminan en el cubo de la basura y que en cambio pueden ser utilizados como recipientes para el cultivo de micro-hortalizas.*



L'impatto ambientale attraverso il reimpiego di materiali che normalmente finirebbero nella pattumiera e che invece possono essere ancora utili, ad esempio come contenitori per la coltivazione dei micro-ortaggi. Sarà una buona esperienza formativa affidare agli stessi bambini il compito di recuperare in casa contenitori, vaschette di plastica usate da recuperare per la coltivazione dei micro-ortaggi. Il passo successivo è quello di mostrare i semi di diverse specie di piante da destinare alla produzione di micro-ortaggi, dando loro la possibilità di giocare, di scoprire gli odori, la diversità di forme, colori, dimensioni, per poi arrivare a spiegare l'importanza dei semi. Al fine di coinvolgere anche le famiglie, può essere interessante chiedere ai bambini di cercare e raccogliere a casa, con l'aiuto dei genitori e soprattutto dei nonni, spesso custodi di orti famigliari, semi per la coltivazione di micro-ortaggi, magari semi di antiche varietà gelosamente conservati in un cassetto. Inoltre, è anche opportuno offrire la possibilità di raccogliere direttamente i semi dalle piante che li hanno prodotti, così da mostrare ai bambini l'origine dei semi. A questo punto, avendo a disposizione terreno, contenitori e semi, è possibile passare alla fase di coltivazione vera e propria. Ciascuno potrà scegliere i semi da coltivare in base al colore, alla forma e all'odore, in modo da avere successivamente la possibilità di veder crescere piante di specie o varietà diverse.

Dopo essersi sporcati le mani per riempire i contenitori di coltivazione con il terreno o con substrati alternativi, i bambini potranno procedere con la semina e sarà importante spiegare loro ciò di cui i semi hanno bisogno per poter germinare, a che profondità vanno posti, quanto e perché il substrato deve essere bagnato, perché l'acqua

*limit the environmental impact by reusing materials that otherwise would end up in a trash bin, and that, instead, can still be useful, for example, as containers to grow microgreens. Assigning to the kids the task of collecting at home containers or plastic trays that may be used to grow microgreens may be a good educational exercise. The next step is to show the seeds of different species of plants that may be used to produce microgreens, giving the children the chance to play with the seeds, discover their smells, the different shapes, colors, sizes to finally explain the importance of seeds. In order to involve also the families, it may be interesting to ask the children to search and gather some seeds at home, possibly helped by the parents or by grandparents, who often take care of family gardens, and may have even the seeds of some ancient varieties jealously kept in a drawer. Moreover, it may be useful to give the kids the opportunity to harvest the seeds directly from the plants in order to show them the origin of the seeds. At this point, having available the soil, some containers and the seeds, it is possible to move on to the next step, which is the actual cultivation of microgreens. Each children can choose the species to sow based on the color, shape and smell, so that then, they can have the opportunity to grow different species or varieties.*

*After getting their hands dirty to fill the containers with the soil or an alternative substrates, kids will go on sowing, and it will be important to explain them what seeds need to germinate, at which depth the seeds should be placed, how and why the substrate should be wet, why water*

*Una buona esperienza educativa sarà delegar en los niños la tarea de recuperar en casa recipientes y bandejas de plástico usadas para cultivar en ellos las micro-hortalizas. El siguiente paso es mostrar las semillas de las varias especies de plantas utilizadas para la producción de micro-hortalizas, dándoles la oportunidad de jugar, para descubrir los olores, la diversidad de las formas, los colores y los tamaños, para finalmente explicarles la importancia de las semillas. Con el fin de implicar a las familias, puede ser interesante pedir a los niños que busquen en casa, con la ayuda de los padres y especialmente de los abuelos, muchas veces custodios de los huertos, semillas para el cultivo de micro-hortalizas, tal vez de variedades antiguas guardadas celosamente en un cajón. Además, con el fin de enseñar a los niños el origen de las semillas, es aconsejable darles la posibilidad de recoger las semillas directamente de las plantas que las producen. Llegados a este punto y teniendo a disposición la tierra, los recipientes y las semillas, podemos pasar a la fase de cultivo propiamente dicha. Cada uno de los niños podrá elegir las semillas que desea cultivar en función del color, de la forma y del olor, de manera que sucesivamente tendrán la oportunidad de ver crecer las plantas de diferentes especies o variedades.*

*Después de habernos ensuciado las manos rellenando los contenedores con la tierra o substratos alternativos, los niños procederán con la siembra y será importante explicarles lo que las semillas necesitan para germinar, la profundidad a la que deben ser colocadas, cuanto y porqué el sustrato debe estar húmedo y porqué el agua es importante tanto para las plantas como para los seres humanos. Una vez finalizada la siembra, cada niño será responsable de su propio cultivo de micro-hortalizas, lo mantendrá*



è importante per le piante quanto per noi esseri umani. Completata la semina, ogni bambino sarà responsabile della propria coltura di micro-ortaggi, dovrà mantenerla in condizioni di umidità, temperatura e luce ottimali e ogni giorno dovrà preoccuparsi di controllare ed eventualmente annaffiare le proprie piantine.

Nel giro di qualche giorno spunteranno i primi germogli e lo spettacolo della natura si manifesterà sollecitando l'entusiasmo dei "piccoli agricoltori". La coltivazione dei micro-ortaggi diventerà l'occasione per un vero e proprio corso di botanica, perché è molto più semplice capire e ricordare ciò che si ha la possibilità di vedere e toccare con mano rispetto alla spiegazione in cui si ascoltano solo parole. I bambini avranno la possibilità di osservare i semi germinare, le plantule che crescono e le radici che si approfondiscono e si propagano nel substrato di coltivazione. Potranno divertirsi ad osservare le radici, tirando fuori dal contenitore il substrato di coltivazione, e sarà semplice mostrare loro come dal seme spuntano fuori radici e germogli. Si potrà inoltre spiegare la funzione dell'apparato radicale e come la pianta necessiti dell'esposizione alla luce, come sia in grado di trasformare l'anidride carbonica e produrre ossigeno, provvedendo al suo accrescimento attraverso la fotosintesi clorofilliana e perché questo processo è così importante per la nostra vita.

In questa fase si potranno eseguire esperimenti più avanzati; ad esempio disponendo i contenitori in fase di germinazione in diverse condizioni di luce e temperatura, con o senza acqua, proprio per mostrare l'importanza e l'effetto di tutti questi fattori. Sarà utile spiegare il perché di ogni azione, come ad esempio perché i semi hanno bisogno di imbibirsi di acqua per poter germinare, perché una volta germinati hanno

is important for plants as well as for us, human beings.

Once sowing has been completed, each children will be responsible for his/her own cultivation of microgreens, they will be in charge for maintaining providing the mini-crop the right level of moisture, temperature and light and will have to check and eventually irrigate their own little plants every day.

Within a few days, the seeds will sprout and nature will show all its wonderful beauty, arousing the enthusiasm of the 'little growers'. The cultivation of microgreens will become an opportunity to do a real course of botany, because it is much easier for the kids to understand and remember what they have seen and touched directly, than an explanation heard just through words. Children will have the opportunity to watch the seeds germinate, the seedlings grow and the roots deepen and propagate through the cultivation substrate. They can have fun observing the roots, pulling out of the container the growing media and it will be easy to show them how roots and shoot come out from the seeds. This will also give the chance to explain the function of the root system and why plants need to be exposed to sunlight, how the plant is able to transform carbon dioxide and produce oxygen, self-producing the bricks for its growth through the photosynthesis, and this will offer the opportunity to explain why the photosynthesis process is so important for our life.

At this point, more advanced experiments can be planned, for instance, by placing the germinating containers under different light and temperature conditions, with or without water, just to show the importance and the effect of each single factor. It will be useful to explain the reason of each action, explaining, for example, why seeds need to be imbibed in water to germinate, why, after germinating they need sunlight,

en buenas condiciones de humedad, temperatura y luz, y cada día tendrá que preocuparse de controlar y, eventualmente, regar sus plantas. En pocos días los primeros brotes aparecerán y el espectáculo de la naturaleza se manifestará instando el entusiasmo de los "pequeños agricultores". El cultivo de micro-hortalizas se convertirá en una oportunidad para un verdadero curso de botánica, ya que es más fácil entender y recordar lo que se puede ver y tocar respecto a la explicación oral donde tan sólo se escuchan las palabras. Los niños tendrán la oportunidad de ver las semillas germinar, las plántulas crecer y las raíces propagarse en el medio de cultivo. Podrán divertirse observando las raíces, sacando fuera del recipiente el sustrato, y será fácil enseñarles como a partir de las semillas brotan las raíces y brotes. También se les podrá explicar la función del sistema radical y el porqué la planta necesita estar expuesta a la luz, para así transformar el dióxido de carbono y producir oxígeno, y de este modo crecer a través de la fotosíntesis y el porqué este proceso es tan importante para nuestras vidas.

En esta etapa se podrán realizar experimentos más avanzados; por ejemplo, mediante la colocación de los recipientes en la fase de germinación, en diferentes condiciones de luz y temperatura, con o sin agua, para mostrar la importancia y el efecto de todos estos factores. Será útil para explicar el motivo de cada acción, como por ejemplo, porque las semillas necesitan imbibirse de agua para poder germinar, porque una vez germinadas necesitan luz, porque los brotes que están expuestos a la luz son verdes y en algunos casos adquieren diferentes colores. Los niños están ansiosos por aprender sobre el "porqué" de las cosas y a menudo se sienten atraídos por los detalles. En estos tiempos,



bisogno di luce, perché i germogli esposti alla luce sono verdi e in alcuni casi assumono colorazioni diverse. I bambini sono desiderosi di conoscere il “perché” delle cose e sono spesso molto attratti dai particolari. In questo tempo, caratterizzato da ritmi di vita sempre più intensi per genitori e bambini, fare esperienza della natura insegnerà ad attendere, a capire che la natura ha tempi e cicli peculiari, da seguire. In questo modo i più piccoli faranno esperienza del fatto che solo avendo cura di un essere vivente è possibile poter gioire del miracolo che esso è capace di regalare, perché è il vivere sempre più distanti da questo tipo di esperienza che ci porta a sottovalutare l'enorme dono costituito dalle piante, e a non rispettare la natura pensando che sia meno rilevante per la nostra vita rispetto ad altri interessi.

Nell'arco di una settimana o due al massimo i micro-ortaggi potranno essere raccolti, pronti per nuovi esperimenti, questa volta in cucina!

Questa è la fase più entusiasmante; anche Maria Montessori nella sua osservazione scientifica dei bambini constatò che è proprio il raccolto che intensifica l'interesse per la semina. Si tratta infatti di una vera e propria lezione di vita: il lavoro e la cura permettono di raccogliere “frutti”. Mangiare quel che si è coltivato da sé, anche per un bambino, è molto più di un gioco, è una grande soddisfazione.

L'alimentazione infantile è oggi un altro argomento di grande importanza che interessa non solo le famiglie ma dietologi, nutrizionisti ed educatori, impegnati a definire menù per i bambini in funzione delle loro diverse esigenze, al fine di garantire un'alimentazione sana ed equilibrata. Per ridurre il consumo di cibi raffinati, sembra urgente escogitare un sistema per avvicinare e abituare i bambini ad una corretta alimentazione.

*why the sprouts exposed to the sunlight are green and in some cases have other colors. Children are eager to learn about the “why” of everything and are often attracted by details. In our time, marked by increasingly intense rhythms of life, for both parents and children, to experience natural phenomenon can teach them that nature has its own time and cycles, that we need to follow and respect.*

*In this way children will experience that only taking care of a living being it is possible to rejoice the miracle that, that living being is capable to offer. Because as we are more and more detached from this kind of experiences, we are lead to underestimate the huge gift that plants represent, and to not have respect for the nature, thinking that it is less relevant for our lives than other interests.*

*In this way, the little ones will experience that only by taking care of a living being they can enjoy the miracle that it can offer us; indeed, living farther and farther from this kind of experience brings us to underestimate the huge gift of plants and to not pay respect to nature, as we think that it is not so important for our life compared to other interests. Within a week or two at the most, microgreens may be ready to harvest and to use for new exciting experiments, this time in the kitchen!*

*This is the most exciting part, also Maria Montessori, in her scientific observation of children, verified that is the yield that increases the interest for the sowing. This is, indeed, a real life lesson: work and care will bear us ‘fruits’. Even for a child, to eat things grown by himself, is much more than a game; it is a great satisfaction.*

*Child nutrition is today, another relevant topic that involve not only the families but also dietitians, nutritionists and educators, committed to define specific menus for children according to their needs, in order to assure a healthy and balanced nutrition.*

*marcados por ritmos de vida cada vez más intensos para los padres y los niños, experimentar la naturaleza les enseñará a esperar, a entender que la naturaleza tiene tiempos y ciclos peculiares, que hay que seguir. De esta manera los niños experimentan que sólo teniendo cuidado de un ser vivo es posible disfrutar del milagro que éste es capaz de regalar, porque el hecho de alejarnos siempre más de este tipo de experiencia nos lleva a subestimar el enorme regalo que son las plantas, y a no respetar la naturaleza pensando que sea menos relevante para nuestras vidas de otros intereses.*

*Dentro de una semana o dos como mucho las micro-hortalizas podrán ser cosechadas, listas para nuevos experimentos, esta vez en la cocina!*

*Este fase es la más emocionante; María Montessori en su observación científica de los niños notó también que es justo la cosecha, la que aumenta el interés por la siembra. De hecho, es una verdadera lección de vida: el trabajo y el cuidado permiten recoger los “frutos”. Comer lo que ha sido cultivado por uno mismo, incluso para un niño, es mucho más que un juego, es una gran satisfacción.*

*La alimentación infantil es hoy en día un tema de gran interés, no sólo para las familias, sino también para los dietistas, nutricionistas y educadores, comprometidos en la elaboración de los menús para los niños en función de sus diferentes necesidades, garantizando así una dieta sana y equilibrada. Para reducir el consumo de alimentos industriales, parece urgente encontrar una modo para acercar y acostumbrar a los niños a una nutrición adecuada.*



Spesso i piccoli hanno difficoltà, ad esempio, a mangiare le verdure, a cui preferiscono volentieri merendine e dolci. Ma dare loro la possibilità di mangiare ciò che hanno seminato, curato, visto crescere e raccolto, aumenterà in loro l'interesse e l'entusiasmo verso le verdure, alimenti semplici e ricchi di composti bioattivi, fondamentali per la loro crescita e salute.

Attraverso la coltivazione dei micro-ortaggi i bambini potranno scegliere cosa seminare e poi mangiare in base ai loro gusti e, attraverso l'assaggio di diverse specie e varietà di ortaggi, sarà possibile fargli scoprire l'importanza e la ricchezza costituita dalla biodiversità.

I micro-ortaggi raccolti potranno essere utilizzati in cucina per la preparazione di insalate e sandwich, per accompagnare e decorare primi o secondi piatti, ma anche per preparare frullati o macedonie di frutta. Preparare piatti con il "frutto del loro lavoro" invoglierà i bambini a mangiare cibi che normalmente non sono tra i loro preferiti.

Anche permettere ai bambini stessi di preparare da soli dei piatti, offrendo la possibilità di esprimere la loro creatività per costruire il piatto, incentiverà la crescita di abilità. Spesso le capacità dei bambini vengono sottovalutate e si finisce per impedirgli di fare ciò in cui si pensa non sia autosufficiente, o chiedendogli solo di guardare il lavoro fatto dai genitori e/o educatori. In realtà affidare loro "lavori da adulti", lasciandoli liberi di portare a termine l'obiettivo da soli, rivelerà abilità in grado di sorprendere genitori ed educatori.

Normalmente si crede che un bambino sia attratto solo dal gioco, e spesso per gli adulti giocare significa rilassarsi, svagarsi, fare qualcosa non necessariamente utile. Perciò spesso si sottovaluta l'importanza del gioco per lo sviluppo della personalità.

*To reduce the consumption of "junk" food, it seems urgent to find a way to approach the children to a healthier diet. Many times, for example, children do not like to eat vegetables, and prefer much more snacks, candies and sweets. However, giving them the opportunity to eat what they have sown, grown and harvested may incredibly increase their interest and enthusiasm for vegetables, which represent simple food, rich in bioactive compounds that are fundamental for their health and growth.*

*Growing microgreens, kids can choose what to sow and then eat, according to their preferences, and letting them taste different species and varieties of vegetables, they will discover the importance of the biodiversity.*

*Microgreens produced by the kids may be used in the kitchen to prepare salads, sandwiches, to garnish first or second courses, but also to prepare smoothies or fruit salads. Preparing dishes with the 'fruits of their labor' will encourage kids to eat vegetables that normally are not their favorite food. Also allow the kids to prepare these dishes by themselves, giving them the opportunity to express their creativity in preparing a dish, will improve their abilities. Often, children's skills are underestimated and adults end up preventing kids from doing things that we think they cannot do autonomously, or asking them to just watch the work done by parents and/or educators. Actually, entrusting them some 'adult work', leaving them free to complete their work on their own, will reveal great skills, surprising parents and educators.*

*Normally adults believe that kids are attracted only by games, and associate the game to pastime, relax, fun, and thus, to something that is not necessarily useful. Therefore, often the importance of games for the development of the personality of a child is underestimated.*

A menudo los niños tienen dificultades, por ejemplo, para comer verduras, prefiriendo dulces y snacks a éstas. Pero si se les da la oportunidad de comer lo que han sembrado, cultivado y cuidado, aumentará su interés y entusiasmo por las verduras, alimentos simples y ricos en compuestos bioactivos, fundamentales para su salud.

A través del cultivo de micro-hortalizas, los niños podrán elegir qué plantar y luego comer en función de sus gustos y, saboreando las diferentes especies y variedades de hortalizas, descubrirán la importancia y la riqueza de la biodiversidad.

Las micro-hortalizas, una vez recolectadas, se podrán utilizar en la cocina para la preparación de ensaladas y sándwiches, para acompañar y decorar primeros o segundos platos, pero también para preparar batidos o ensaladas de frutas. La preparación de platos con los "frutos de su trabajo" inducirá a los niños a comer alimentos que normalmente no están entre sus favoritos.

Permitir a los niños que preparen los platos, dándoles la oportunidad de expresar su creatividad en la elaboración de éstos, estimulará el crecimiento de sus habilidades. A menudo, las habilidades de los niños son infravaloradas y, se termina por evitar que hagan aquello para lo cual se cree que no son autosuficientes, pidiéndoles solamente que miren el trabajo realizado por los padres y/o educadores. En realidad encargándoles "trabajos de adultos", y dejándolos libres para que alcancen el objetivo por ellos mismos, revelará habilidades que pueden sorprender a padres y educadores.

Normalmente se piensa que un niño se siente atraído sólo por el juego, y con frecuencia para los adultos jugar significa relajarse y descansar, hacer algo no necesariamente útil.





Invece, attraverso le sue osservazioni, Maria Montessori capovolse questa visione affermando che il bambino è capace di giocare e lavorare allo stesso tempo, è capace di rilassarsi imparando e lavorando, e intanto fare tesoro di lezioni che contribuiscono a costruire la sua persona. Giocare è anche imparare, ma imparare può essere anche giocare.

Da questo punto di vista, i micro-ortaggi sono un ottimo strumento per poter giocare imparando e, per le loro caratteristiche, soddisfano molto bene anche le esigenze degli educatori o delle famiglie, anche se non si dispone di un orto o di spazi aperti. Insegnare ai bambini come coltivare micro-ortaggi è ben più che istruire ad una tecnica: è educare ad un corretto rapporto con la natura, a conoscere e rispettare i suoi ritmi, a percepire l'importanza della biodiversità e dell'agricoltura, è sollecitare la curiosità verso la storia delle civiltà e le materie scientifiche, nonché un'occasione per abituarli ad introdurre nella propria alimentazione cibi sani. Coltivare è un atto d'amore e cura: questa sarà la più grande lezione da trasmettere, a bambini che potrebbero usare la stessa cura da grandi in qualsiasi altra attività o professione. I micro-ortaggi non sono appena un gioco e non si tratta solo di micro-ortaggi, educare con i micro-ortaggi è molto di più.

*Instead, through her observations, Maria Montessori overturned this idea, stating that kids are able to play and work at the same time, they can relax while learning and working, and in the meantime, capitalize lessons that help to build their person. For kids play is learning, but learning may also be a game. From this point of view, microgreens are a perfect tool to learn by playing and, for their peculiarities, microgreens meet very well also the needs of educators and families, even when the space available is limited.*

*Teaching children how to grow microgreens is much more than merely teach a technique: it is educate children to a correct relationship with nature, to know and respect its cycles, to perceive the importance of biodiversity and agriculture, it is an opportunity to stimulate their curiosity about the history of civilizations and the sciences, as well as an occasion to introduce children to a healthy diet.*

*Grow and take care of plants is an act of love: this is the main educational message to transfer to the kids, who growing up may use the same care and love in any other activity and even in their job. Microgreens are not just a game, and this is not just about microgreens, educate with microgreens is much more.*

*Por ello a menudo se subestima la importancia del juego para el desarrollo de la personalidad. En cambio, a través de sus observaciones, María Montessori invirtió este punto de vista afirmando que el niño es capaz de jugar y trabajar al mismo tiempo, es capaz de relajarse aprendiendo y trabajando, y mientras tanto valorar las lecciones que contribuirán a construir su personalidad. Jugar es también aprender, pero aprender también puede ser un juego.*

*Desde este punto de vista, las micro-hortalizas son una gran herramienta para poder jugar aprendiendo y, por sus características, satisfacen las exigencias de los educadores y de las familias, incluso si no se dispone de un jardín o de espacios abiertos.*

*Enseñar a los niños cómo cultivar micro-hortalizas es mucho más que enseñar una técnica: es educar a una relación correcta con la naturaleza, a conocer y respetar sus ritmos, a percibir la importancia de la biodiversidad y la agricultura, es estimular la curiosidad sobre la historia de la civilización y de la ciencia, así como la oportunidad de acostumbrarlos a introducir alimentos saludables en la dieta. La agricultura es un acto de amor y cuidado: esta será la mayor lección a transmitir, a los niños que podrían usar, una vez adultos, el mismo cuidado en cualquier otra actividad o profesión. Las micro-hortalizas no son sólo un juego, y no se trata sólo de micro-hortalizas, educar con las micro-hortalizas es mucho más.*





Le foto che illustrano questo capitolo si riferiscono ad un'esperienza condotta con bambini di 6-12 anni a Santo Spirito (Bari). Nel primo incontro ogni bambino aveva seminato una o due vaschette con semi di ortaggi diversi ed aveva il compito, tornando a casa, di prendersi cura della propria coltura. Nel secondo incontro, una settimana dopo, abbiamo visto il risultato del lavoro e ripetuto l'esperienza riseminando. Alcuni genitori, attratti dall'esperienza, anche se assenti nel primo incontro, si sono presentati al secondo appuntamento molto incuriositi, chiedendo informazioni e partecipando attivamente. Alcuni bambini hanno poi utilizzato le stesse piantine per produrre ortaggi nell'orto di famiglia con nonni e genitori.

*The photos that illustrate this chapter refer to an experience conducted with children of 6-12 years in the Holy Spirit (Bari). In the first meeting each child had planted one or two trays with vegetable seeds and different was in charge, returning home, to take care of their own culture. In the second meeting, a week later, we saw the result of work and repeated the experience riseminando. Some parents, attracted by the experiment, although absent in the first meeting, they presented the second round very curious, asking for information and actively participating. Some children have then used the same plants to produce vegetables in the family with grandparents and parents.*

*Las fotografías que ilustran este capítulo se refieren a una experiencia llevada a cabo con los niños de 6 a 12 años en el Espíritu Santo (Bari). En la primera reunión de cada niño había plantado una o dos bandejas con semillas de hortalizas y diferente fue el encargado, volviendo a casa, para cuidar de su propia cultura. En la segunda reunión, una semana más tarde, vimos el resultado del trabajo y repetimos la experiencia riseminando. Algunos padres, atraídos por el experimento, aunque ausente en la primera reunión, presentaron la segunda vuelta muy curioso, pidiendo información y participando activamente. Algunos niños a continuación han utilizado las mismas plantas para producir verduras en la familia con los abuelos y los padres.*

Reference

Casini L., Cortecci A. 2009. Bambini e natura nei servizi educativi alla prima infanzia. Assessorato alla pubblica istruzione del Comune di Firenze, pp. 80.



## 6. Unità didattica sui micro-ortaggi

*Teaching unit on microgreens*

*Unidad didáctica sobre las micro-hortalizas*

Pietro Santamaria



I micro-ortaggi sono un ottimo strumento didattico anche per gli studenti più grandi, per i futuri periti agrari o agronomi. Quanto seme occorre per produrre 100 g di micro-ortaggi, ad esempio micro brassicacee? Quanto pesa un seme? Quanto pesa una piantula? Quanta acqua contiene un seme e quanta invece un micro-ortaggio o un ortaggio adulto a maturazione commerciale? Queste sono solo alcune delle domande che possono avviare un'unità didattica ed un'esperienza pratica molto istruttive per una classe di studenti non più adolescenti.

Al pari di quello che succede quando un agricoltore deve seminare un campo di grano o di carote, per poter avviare una nuova coltivazione partendo da seme occorre sapere quanto seme va distribuito per unità di superficie. E se l'agricoltore conosce il numero di piante che alla fine del ciclo colturale vorrà raccogliere, oltre alla quantità di seme necessaria per ottenere quella produzione, dovrà aggiungere anche una parte di seme che normalmente non germina o che dà vita a piante in sovrannumero, da diradare (eliminare, ma non è il caso dei micro-ortaggi). Ecco quindi che occorre spiegare agli studenti cos'è la germinabilità (o facoltà germinativa), la purezza e l'identità varietale del seme. E dopo la spiegazione teorica occorrerà sviluppare delle attività pratiche per "imparare facendo".

Per valutare la germinabilità del seme (la percentuale di semi capaci di fornire piantule normali, in un determinato periodo di tempo, variabile da specie a specie) sarà opportuno sviluppare dei test di germinazione ponendo il seme nelle condizioni ottimali di germinare (di solito si eseguono almeno tre prove/ripetizioni con 100 semi ciascuna). Le capsule Petri, la carta bibula e una cella climatica sono ottimi strumenti per eseguire il test di germinazione e per ritornare su alcuni argomenti di base della botanica e della fisiologia vegetale: temperatura, umidità relativa, germinazione.

In queste attività sarà possibile distinguere inoltre i veri semi dai "falsi" semi (nel linguaggio comune si usa chiamare seme o semente anche altro materiale di propagazione gamica o agamica, indipendentemente dalla corretta definizione botanica; ad esempio, vengono chiamati semi gli acheni, le cariossidi e addirittura i tuberi di patata utilizzati per l'impianto di un nuovo campo che produrrà tuberi) o i semi che danno origine ad una sola pianta da quelli che ne producono due (come i diacheni della bietola).

La situazione può "complicarsi" se tutte le attività vengono seguite riportando le osservazioni e i dati in un foglio elettronico; ad esempio, per rappresentare graficamente il numero di semi che germina giorno dopo giorno, l'energia germinativa (la velocità di germinazione dei semi; più alta è l'energia germinativa e più alto è il valore della semente), il tempo medio di germinazione (è dato dal rapporto tra la sommatoria del numero dei semi germinati in un determinato tempo diviso il numero totale di semi); oppure se si deve passare dal numero di semi al peso degli stessi, perché non è opportuno contare, uno ad uno, le migliaia di semi di cavolfiore (o cavolo broccolo o rucola) che occorrono per produrre micro-ortaggi in una vaschetta di 300 cm<sup>2</sup> (ai fini didattici sarà opportuno sviluppare i calcoli per



*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*

Microgreens are a perfect teaching tool also for older students, for future technicians or agronomists.

How much seed do we need to produce 100 g of microgreens, for example micro brassicaceae? How much does one seed weigh? How much does a seedling weigh? How much water does a seed contain? How much water does a microgreen, instead, or a standard vegetable contain? These are just a few questions that can start a teaching unit and a practical experience very instructive for a class of students that are not teenager any more.

Similar to what happens when a farmer has to seed a wheat or a carrot field, to start a new crop from seeds you need to know how many seeds must be distributed per square meter. If the farmer knows the number of plants he wants to harvest at the end of the season, besides the quantity of seeds actually needed to obtain that number of plants or yield, he will have to add an extra amount of seeds to replenish those that would not germinate or that would give life to surplus plants, to be removed (but this is not the case of microgreens). This is why students need an explanation about what germinability (or the ability to germinate), purity and cultivar identity means. And, after the theoretical explanation, they will need to develop practical activities following the principle of 'learn by doing'.

To estimate the germinability of the seed (the percentage of seeds able to provide regular seedlings in a given time frame, that varies from species to species), germination tests must be performed placing the seed in the best conditions to germinate (usually, at least three trials/repetitions must be run, each one with 100 seeds). Petri dishes, absorbent paper and a climatic chambers are perfect tools to run the germination test and to recover some basic knowledge of botany and plant physiology: temperature, relative humidity and germination.

Moreover, in these activities, it is possible to make a the distinction among true seeds, 'false' seeds (we commonly call seed also other material of gamic or agamic propagation, independently from the correct botanical definition; for instance, achenes, caryopses and even potato tubers used to grow a new field of potatoes are called seeds) and seeds giving rise to only one plant from those producing two (like Swiss chard diachenes).

The situation may become more 'complex' if, during the activities, we want to take notes about all the observations and put the data on an excel sheet; for example, if we want to make a chart of the number of seeds germinating day after day, the germinating energy (which is the germination speed of seeds; the higher it is, the higher the value of the seeds is), the average time of germination (it is given by the ratio between the summation of the number of seeds germinated in a given frame time and the total amount of seeds), or, if you need to estimate the weight of the seeds, as it is not advisable to count, one by one, the thousands of seeds of cauliflower (or broccoli or arugula) needed to produce

Las micro-hortalizas son una gran herramienta didáctica para los futuros ingenieros agrónomos.

¿Cuántas semillas son necesarias para producir 100 g de micro-hortalizas, por ejemplo de micro-brasicáceas? ¿Cuánto pesa una semilla? ¿Cuánto pesa una plántula? ¿Cuánta agua contiene una semilla y cuanta una micro-hortaliza o una hortaliza adulta en la fase de madurez comercial? Estas son sólo algunas de las preguntas que pueden dar inicio a una unidad didáctica y práctica muy instructiva para una clase de estudiantes más que adolescentes.

De forma similar a lo que sucede cuando un agricultor necesita plantar un campo de trigo o zanahorias, para iniciar una nueva cosecha a partir de la semilla, es necesario saber cuántas semillas hay que distribuir por unidad de área. Y si el agricultor sabe el número de plantas que quiere recoger al final del ciclo de cultivo, además de la cantidad de semilla necesaria para obtener dicha producción, tendrá que añadir también una parte de semillas que normalmente no germinan o que dan vida a plantas supernumerarias, para clarearlas (que se eliminan, aunque éste no es el caso de las micro-hortalizas). Por lo tanto es necesario explicar a los alumnos qué es la capacidad germinativa, la pureza y la identidad varietal de las semillas. Después de la explicación teórica será necesario desarrollar actividades prácticas para "aprender haciendo".

Para evaluar la capacidad germinativa de las semillas (el porcentaje de semillas capaces de proporcionar plántulas normales, en un período de tiempo dado, que varía de especie a especie) será necesario desarrollar test de germinación mediante la colocación de las semillas en las condiciones óptimas para germinar (por lo general, se realizan al menos tres pruebas/repeticiones con 100 semillas por cada prueba). Placas Petri, papel de filtro y una cámara de crecimiento son excelentes herramientas para realizar los test de germinación y para recuperar algunos temas básicos de la botánica y la fisiología vegetal: la temperatura, la humedad relativa, la germinación.

Además en estas actividades será posible distinguir las semillas reales de las "falsas" semillas " (en el lenguaje común se suele llamar semilla o simiente incluso a otros materiales de propagación gámica o asexual, independientemente de la definición botánica correcta; por ejemplo, se llama semilla a los aquenios, a las cariopsides e incluso a los tubérculos de patata utilizados para la siembra de un nuevo campo que va a producir tubérculos) o las semillas que dan lugar a una sola planta de aquellas que producen dos (como los dobles aquenios de la acelga).

La situación puede "complicarse" si todas las observaciones y los datos de todas las actividades realizadas son representados en una hoja de cálculo; por ejemplo, para representar gráficamente el número de semillas que germinan día tras día, la energía de germinación (la velocidad de germinación de las semillas; mayor es la energía de germinación y mayor es el valor de la semilla), el tiempo medio de germinación (es el cociente entre la suma del número de semillas germinadas en un tiempo dado dividido por el número total de semillas); o incluso si hay que pasar de la cantidad de semillas al peso de la misma, ya que no conviene contar, una por una, las miles de semillas de coliflor (o brócoli o rúcula) que se necesitan para

superfici più o meno grandi per verificare la capacità degli studenti di fare proporzioni ed equivalenze).

Per conoscere e preparare la quantità di semi necessaria per seminare una vaschetta di 300 cm<sup>2</sup>, o un campo di 1 ha, è fondamentale sapere il peso dei 1000 semi della varietà che ci interessa. Il peso dei 1000 semi si ottiene pesando almeno tre lotti (ripetizioni) di 100 semi ciascuno e rapportando la media ottenuta a 1000 semi. Con questo dato è possibile calcolare la quantità di seme necessaria per avere la produzione auspicata. Inoltre, l'osservazione dei risultati conseguiti permetterà agli studenti di capire l'importanza della precisione di una bilancia, di verificare la variabilità che esiste in tutte le fasi degli esperimenti e di comprendere l'importanza delle ripetizioni e della corretta esecuzione di tutte le operazioni.

Per finire, per produrre 50-100 g di micro-ortaggi, ad esempio micro brassicacee, occorrono più di 4 g di semi, che corrispondono a oltre 1000 semi. Davvero tanti. Ovviamente dipende dalla specie, dalla varietà e, in definitiva, dal seme e dalla sua capacità di germinare e produrre plantule "vigorose". Inoltre, per rispondere alle domande lasciate in sospeso, un seme contiene non meno del 5-7% di acqua e se ne ha meno, ad esempio se è stato conservato male e a lungo, difficilmente riuscirà a germinare. Invece un micro ortaggio di brassicacee contiene intorno al 94% di acqua, quasi come una "testa" di cavolfiore adulto.

Quindi le risposte alle domande con cui abbiamo avviato questa unità didattica dipendono da molti fattori, ma soprattutto dalla vostra curiosità.



microgreens in a tray of 300 cm<sup>2</sup> (for didactic purposes, the calculations should be done for different area sizes to verify the ability of students to make proportions and equivalences).

To know and prepare the right amount of seeds needed to sow a tray of 300 cm<sup>2</sup>, or a field of 1 ha, we need to know the weight of the 1,000 seeds of the variety of our interest. The weight of the 1,000 seeds is determined by measuring at least three lots (repetitions), each made of 100 seeds, and make the ratio between the obtained average and 1,000 seeds. With this information, it is possible to estimate the amount of seeds needed to get the desired yield. Moreover, by observing the obtained results, students will be able to understand the importance of the precision of a scale, to verify the variability existing in all the steps of the experiments and to learn the importance of repeating the trials and correctly executing all the operations.

Lastly, to produce 50-100 g of microgreens, for example micro brassicaceae, more than 4 g of seeds are needed, which is more than 1,000 seeds. So many. Of course, it depends on the species, the variety and, at last, on the seed and its ability to germinate and produce 'vigorous' seedlings. To give an answer to all the pending questions, one seed contains not less than 5-7% of water and if it has less than that, for example if it has been stocked badly and for a long time, it will have troubles in germinating. On the contrary, brassicaceae microgreens contains around 94% of water, almost the same amount of an adult 'head' of cauliflower. So, the answers to the questions made at the beginning of this didactic unit depend on many factors, but above all on your curiosity.

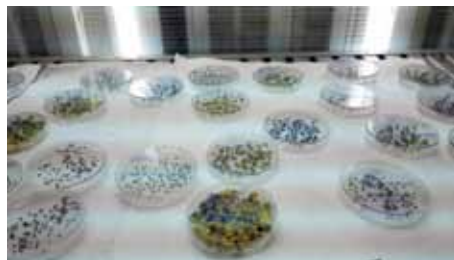
producir micro-hortalizas en un recipiente de 300 cm<sup>2</sup> (con fines didácticos será mejor desarrollar cálculos para superficies de diferentes tamaños, para poner a prueba la capacidad de los estudiantes de hacer proporciones y equivalencias).

Para conocer y preparar la cantidad de semillas necesarias para sembrar un recipiente de 300 cm<sup>2</sup>, o un campo de 1 ha, es imprescindible conocer el peso de 1000 semillas de la variedad que nos interesa. El peso de 1000 semillas se obtiene pesando al menos tres lotes (repeticiones) de 100 semillas cada uno y llevando la media obtenida a 1.000 semillas. Con estos datos es posible calcular la cantidad de semillas necesaria para obtener la producción deseada. Además, la observación de los resultados obtenidos permitirá a los estudiantes comprender la importancia de las balanzas de precisión, verificar la variabilidad existente en todas las fases de los experimentos y comprender la importancia de las repeticiones y la correcta ejecución de todas las operaciones.

Para terminar, para producir 50-100 g de micro-hortalizas, por ejemplo micro brassicaceas, se necesitan más de 4 g de semillas, que corresponden a más de 1000 semillas. Obviamente depende de la especie, de la variedad, y en última instancia, de la semilla y de su capacidad para germinar y producir plántulas vigorosas. Además, para responder a las preguntas que se quedan sin respuesta, una semilla contiene no menos del 5-7% de agua y si tiene menos, por ejemplo porque ha sido almacenada incorrectamente y durante mucho tiempo, difícilmente será capaz de germinar. En cambio una micro-hortaliza de brassicaceas contiene alrededor de 94% de agua, casi como una "cabeza" de coliflor adulta. Por tanto las respuestas a las preguntas con las que hemos empezado esta unidad didáctica dependen de muchos factores, pero sobre todo de vuestra curiosidad.







## 7. In cucina con i micro-ortaggi

*In the kitchen with microgreens*

*En la cocina con las micro-hortalizas*

Francesco Di Gioia, Carlo Mininni, Pietro Santamaria





Ecco alcuni modi per gustare i micro-ortaggi. Chef, esperti di gastronomia e semplici autori di cucina hanno condiviso con noi alcuni piatti e ricette in grado di esaltare e preservare al massimo le proprietà nutrizionali dei micro-ortaggi. Abbiamo scelto le preparazioni più semplici e le immagini più belle tra le tante che ci sono state proposte.

*These are some ideas to enjoy microgreens. Chefs, gastronomy experts and simple home cook have shared with us some recipes to use microgreens enhancing and preserving their nutritional properties. We have selected the simplest preparations and the most beautiful pictures among many proposed.*

*Aquí ponemos algunas maneras de disfrutar de las micro-hortalizas. Los chefs, expertos en gastronomía, simples autores de cocina sencilla nos ofrecen algunos platos y recetas que exaltan y preservan la mayoría de las características de estos alimentos. Hemos elegido las preparaciones más sencillas y las imágenes más bonitas de entre las muchas que nos han propuesto.*

PROFUMI DELLA NOSTRA TERRA (Marino) • FRAGRANCES OF OUR LAND • PERFUMES DE NUESTRA TIERRA



**Semplicità e tradizione / Simplicity and tradition / Simplicidad y tradición.**

**INGREDIENTI / INGREDIENTS / INGREDIENTES**

2 fette di pane di Altamura, 40 g di petto di tacchino cotto al vapore, 4 pomodori ciliegini caramellati, 1 cucchiaio di mollica di pane frita e saltata in padella con pomodori secchi e mandorle, crema di fiori di zucca, 30 g di caciocavallo di latte di podolica, micro-ortaggi di cavolo rosso.

2 slices of bread of Altamura, 40 g of steamed turkey breast, 4 caramelized cherry tomatoes, 1 tablespoon of bread crumbs fried and sautéed with sundried tomatoes and almonds, cream of zucchini flowers, 30 g of Caciocavallo Podolico cheese (made from the raw milk of a rare breed of Italian cow - the 'Podolica'), microgreens of red cabbage.

2 rebanadas de pan, 40 gramos de pechuga de pavo al vapor, 4 tomates cherry caramelizados, 1 cucharada de migas de pan frito salteado con tomates secos y almendras, crema de flores de calabacín, 30 g de queso de vaca "caciocavallo", micro-hortalizas de col roja.

**PREPARAZIONE / PREPARATION / PREPARACIÓN**

Tagliare 2 fette di pane e aggiungere il petto di tacchino, i pomodori e la mollica di pane, coprire il tutto con le fettine di caciocavallo tagliate fini e aggiungere i micro-ortaggi di cavolo rosso.

Cut 2 slices of bread and add the turkey breast, tomatoes and bread crumbs, cover with slices of cheese and add the finely chopped micro-vegetables red cabbage.

Cortar 2 rebanadas de pan y añadir la pechuga de pavo, el tomate y el pan rallado, cubrir con rodajas de queso "caciocavallo" y añadir las micro-hortalizas de col roja finamente picadas.

ALTRI PROFUMI DELLA NOSTRA TERRA (Marino)  
OTHER FRAGRANCES OF OUR LAND • OTRAS FRAGANCIAS DE NUESTRA TIERRA



**Tu chiamalo se vuoi... panino / If you want just call it... a sandwich / Tu llámalo si quieres... bocadillo.**

**INGREDIENTI / INGREDIENTS / INGREDIENTES**

2 fette di pane di Laterza, 40 g di Capocollo di Martina Franca, 4 pomodori semi-secchi sott'olio, crema di melanzane e sedano, buccia di limone frita in pastella, micro-ortaggi di cima di rapa.

2 slices of bread of Laterza, 40 g of 'Capocollo of Martina Franca', 4 semi-dried tomatoes in oil, cream of eggplant and celery, lemon peel fried in batter and rappini microgreens.

2 rebanadas de pan, 40 g de "Capocollo de Martina Franca", 4 tomates secos en aceite, crema de berenjena y apio, cáscara de limón rebozada y frita, micro-hortalizas de "cima di rapa".

**PREPARAZIONE / PREPARATION / PREPARACIÓN**

Tagliare 2 fette di pane e aggiungere il capocollo, i pomodori, la crema di melanzane e sedano, affettare finemente la buccia di limone frita e guarnire con i micro-ortaggi di cima di rapa.

Cut 2 slices of bread and add capocollo, tomatoes, eggplant and celery cream; cut the fried lemon peel into small pieces and garnish with a handful of rappini microgreens.

Cortar 2 lonchas de pan y añadir el "capocollo", los tomates y la crema de berenjena y apio. Picar finamente la cáscara de limón frita y adornar con las micro-hortalizas.

LA SALSA TZATZICHI DI ROSSELLA (Rossella Carone) • ROSSELLA'S TZATZICHI SAUCE • LA SALSA TZATZICHI DE ROSSELLA



**Facile da preparare, ottima per accompagnare piatti di carne o pesce o come salsa da antipasto**

*Easy to prepare, ideal to be served with meat or fish dishes or as appetizer / Fácil de preparar, excelente con carne o pescado, o como salsa para aperitivos.*

**INGREDIENTI / INGREDIENTS / INGREDIENTES**

400 g di yogurt greco, 2 cetrioli, 4 cucchiari di olio extra-vergine di oliva, 1 cucchiaino di aceto, 1 spicchio di aglio, micro-ortaggi di aneto, sedano, senape e basilico rosso a piacimento e se disponibile qualche fiore di nasturtio.

*400 g of Greek yogurt, 2 cucumbers, 4 spoons of extra-virgin olive oil, 1 spoon of vinegar, 1 garlic clove, microgreens of dill, celery, mustard and red basil as needed, and if available, some nasturtium flowers.*

*400 g de yogur griego, 2 pepinos, 4 cucharadas de aceite de oliva virgen extra, 1 cucharada de vinagre, 1 diente de ajo, micro-hortalizas de eneldo, apio, mostaza y albahaca roja y, si es posible algunas flores de capuchina.*

**PREPARAZIONE / PREPARATION / PREPARACIÓN**

Lavare, sbucciare e grattugiare i cetrioli ponendo la polpa grattugiata in un colino; far scolare l'acqua dei cetrioli per circa un'ora. Nel frattempo tritare l'aglio finemente con l'aiuto di un frullatore o di un coltello e tagliare a pezzi micro-ortaggi e fiori. Mescolare in una ciotola yogurt greco, polpa di cetriolo, aglio, micro-ortaggi e fiori tritati e man mano aggiungere olio e aceto. Infine aggiungere un pizzico di sale.

*Wash, peel and grate the cucumbers placing the grated pulp in a colander; drain the water of the cucumbers for about one hour. In the meantime, finely chop the garlic with a blender or a knife and chop both microgreens and flowers. Mix in a bowl Greek yogurt, cucumber pulp, garlic, chopped microgreens and flowers, and gradually add oil and vinegar. Finally, add a pinch of salt.*

*Lavar, pelar y rallar los pepinos colocando la pulpa rallada en un colador; drenar el agua de los pepinos durante una hora. Mientras tanto, picar finamente el ajo con la ayuda de una batidora o un cuchillo y cortar a trozos las las micro-hortalizas y las flores. Mezclar en un bol el yogur griego, la pulpa de pepino, el ajo, las micro-hortalizas y flores picadas y añadir poco a poco el aceite y el vinagre. Por último, añadir una pizca de sal.*

CANAPÈ AI MICRO RAVANELLI (Antonella Berlen) • CANAPÉ WITH MICRO RADISHES • CANAPE DE MICRO RÁBANOS



Per uno spuntino fresco, gustoso e molto... italiano / For a fresh, tasty and really Italian... snack / Para un aperitivo fresco, sabroso y muy ...italiano.

INGREDIENTI / INGREDIENTS / INGREDIENTES

3 fette di pane ai cereali, olio extravergine di oliva, 100 g di stracchino, 5 pomodori ciliegini, micro ravanelli q.b.

3 slices of five-grain bread, extra-virgin olive oil, 100 g of stracchino (soft cheese), 5 cherry tomatoes, radish microgreens

3 rebanadas de pan de cereales, aceite de oliva virgen extra, 100 g de stracchino, 5 tomate cherry, micro rábanos.

PREPARAZIONE / PREPARATION / PREPARACIÓN

Tagliate la crosta alle fette di pane ai cereali. Emulsionate con poche gocce di olio extravergine d'oliva lo stracchino per renderlo ancora più morbido e cremoso e ricoprite con uno strato non troppo sottile le fette di pane. Lavate, tagliate a metà dei pomodori ciliegini e affettateli sottilmente. Sciacquate velocemente i micro ravanelli. Guarnite il pane con le fettine di pomodoro e i micro ravanelli, ultimando con un filino di olio extravergine di oliva.

Remove the crust from the slices of the five-grain bread. Emulsify the stracchino cheese with few drops of extra-virgin olive oil to make it softer and creamier and generously spread the stracchino on the bread. Wash and slice the cherry tomatoes. Quickly wash the radish microgreens. Garnish the bread with the tomato slices and radish microgreens, finally apply a drizzle of extra virgin olive oil.

Cortar las cortezas de las rebanadas de pan. Emulsionar con unas gotas de aceite de oliva virgen extra y el stracchino para que este aún más suave y cremoso y cubrir con una capa de esta mezcla las rebanadas de pan. Lavar, cortar por la mitad los tomates cherry y luego en rodajas finas. Enjuagar rápidamente los micro rábanos. Decorar el pan con las rodajas de tomate y los micro rábanos y terminar con un chorrito de aceite de oliva virgen extra.

**BRUSCHETTA CON MICRO CICORIE E FAVE FRESCHE (Anna Debernardis)**  
**BRUSCHETTA (a slice of toasted bread) WITH MICRO CHICORIES AND FRESH FAVA BEANS**  
**BRUSCHETTA CON MICRO ACHICORIA Y HABAS FRESCAS**



**Semplice, primaverile / Simple and springy / Simple, de primavera.**

**INGREDIENTI / INGREDIENTS / INGREDIENTES**

4 fette di pane, 150 g di micro cicorie, 100 g di fave fresche, cipolla, olio extravergine di oliva.

4 slices of bread, 150 g of chicory microgreens, 100 g of fresh fava beans, onions, extra-virgin olive oil.

4 rebanadas de pan, 150 g de micro achicoria, 100 g de habas frescas, cebolla, aceite de oliva virgen extra.

**PREPARAZIONE / PREPARATION / PREPARACIÓN**

Abbrustolire le fette di pane. Nel frattempo lessare in acqua salata le fave. Poi lessare leggermente le cicorie. Una volta scolate, saltare le micro cicorie in padella con olio e cipolla. Assemblare il piatto: sistemare la bruschetta, adagiare le micro cicorie e sopra le fave. Condire con un filo di olio.

Toast the slices of bread. In the meantime, boil the fava beans in salted water. Then, boil the chicories for a few minutes. Once drained, sauté the micro chicories with oil and onion. Assemble the dish: set the bruschetta in the plate, and place on top the micro chicories and the fava beans. Season with a drizzle of extra-virgin olive oil.

Tostar las rebanadas de pan y mientras tanto hervir las habas en agua con sal. A continuación, hervir un poco la achicoria. Una vez escurrida, saltar las micro achicorias en una sartén con aceite y cebolla. Ensamblar el plato: colocar la bruschetta, las micro achicorias y por encima las habas. Añadir un poco de aceite.



TRECCIA BRIOCHE CON TONNO, POMODORI E MICRO RUCOLA (Antonella Berlen)

BRAIDED BRIOCHE WITH TUNA, TOMATOES AND MICRO ARUGULA • PAN BRIOCHE CON ATÚN, TOMATE Y MICRO RÚCULA



Colorato incontro tra sapori di terra e di mare / Colorful mix of land and sea flavors / Colorido encuentro entre los sabores de la tierra y del mar.

INGREDIENTI / INGREDIENTS / INGREDIENTES

Treccia brioche: 1 lievito di birra, 1 cucchiaio di zucchero, 550 g di farina, 1 uovo + 1 tuorlo da spennellare, 1 cucchiaino di sale, 5 cucchiai di olio extravergine di oliva, 250 g di latte. Farcitura: 500 g di pomodori ciliegini, 240 g di tonno sott'olio, 40 g di micro rucetta, olio, sale

Braided brioche: 7 g of dry yeast, 1 spoon of sugar, 550 g of flour, 1 egg + 1 yolk to be brushed, 1 tea spoon of salt, 5 spoons of extra-virgin olive oil, 250 g of milk. Filling: 500 g of cherry tomatoes, 240 g of tuna in oil, 40 g of micro arugula, oil, salt

Pan brioche: 1 dado de levadura, 1 cucharada de azúcar, 550 g de harina, 1 huevo + 1 yema de huevo para pincelar, 1 cucharadita de sal, 5 cucharadas de aceite de oliva virgen extra, 250 g de leche. / Relleno: 500 g de tomates cherry, 240 g de atún en aceite, 40 g de micro rúcula, aceite de oliva virgen extra, sal

PREPARAZIONE / PREPARATION / PREPARACIÓN

Per la treccia brioche: Fare una fontana con la farina mescolata a zucchero e sale, aggiungere olio, lievito e uovo e impastare delicatamente. Dividere l'impasto in 6 parti e formare dei cilindri non troppo sottili con i quali realizzare due trecce. Coprire con un telo pulito e mettere a lievitare al riparo dalle correnti d'aria per 30 minuti. Riprendere le trecce, spennellarle con il tuorlo d'uovo e rimettere a lievitare per altri 60 minuti. Infornare a 180 °C per 30 minuti. Sfornare e coprire con un telo e far raffreddare. Spezzettare i pomodori in una ciotola, aggiungere 240 g di tonno ben sgocciolato, condire con olio extravergine di oliva e sale. Tagliare a metà le due trecce, farcirle con il composto di tonno e pomodori insieme a tanta micro rucetta.

For the braid brioche: Make a mound of flour mixed with sugar and salt, add oil, yeast and the egg and knead gently. Divide the dough into 6 parts and form a cylinder, not too thin, with each part, then use the cylinders to make two braids. Cover the braids with a clean cloth and let them rise away from drafts for 30 minutes. Then, brush the braids with the egg yolk and leave them rising for other 60 minutes. Bake the braids in the oven at 180 °C for 30 minutes. Take the braids out of the oven, cover them with a towel and let them cool down. Chop the tomatoes into a bowl, add 240 g of well-drained tuna; season with extra-virgin olive oil and salt. Halve the two braids and fill them with the mix of tuna and tomatoes along with plenty of micro arugula.

Para el pan brioche: hacer un montículo de harina mezclada con el azúcar y la sal, agregar el aceite, la levadura y el huevo y amasar. Dividir la masa en 6 partes y formar unos cilindros no demasiado pequeños con los cuales hacemos dos trenzas. Envolver en un paño limpio y dejar que repose durante 30 minutos. Anudar las trenzas, pincelarlas con la yema de huevo y poner a reposar durante otros 60 minutos. Hornear a 180 °C durante 30 minutos. Retirar del horno, cubrir con un paño y dejar enfriar. Cortar los tomates en un bol, añadir 240 g de atún, aliñar con aceite de oliva virgen extra y sal. Cortar por la mitad las dos trenzas y rellenar con la mezcla de atún y tomate y con la micro rúcula.

**CESTINO DI FROLLA SALATA CON MOUSSE DI ROBIOLA, CETRIOLO E MICRO CRESCIONE (Anna Debernardis)**

**SAVORY PASTRY BASKET WITH ROBIOLA MOUSSE, CUCUMBERS AND MICRO WATERCRESS**

**CESTA DE MASA QUEBRADA CON MOUSSE DE ROBIOLA, PEPINO Y MICRO BERROS**



**Fantasia per un piatto fresco e intenso / Fantasy for a fresh and intense dish / Fantasía para un plato fresco e intenso.**

**INGREDIENTI / INGREDIENTS / INGREDIENTES**

Frolla salata: 300 g di farina, 130 g di burro, 2 tuorli d'uova, 1 cucchiaino di sale / Mousse robiola: 150 g di robiola, 100 g di panna / Cetrioli e micro crescione

Savory shortcrust pastry: 300 g of flour, 130 g of butter, 2 egg yolks, 1 tea spoon of salt / Robiola cheese mousse: 150 g of robiola, 100 g of double cream / Cucumbers and micro watercress

Masa quebrada: 300 g de harina, 130 gramos de mantequilla, 2 yemas de huevo, 1 cucharadita de sal. / Mousse de robiola: 150 g Robiola, 100 g de nata.

**PREPARAZIONE / PREPARATION / PREPARACIÓN**

Preparare la pasta frolla salata. Mettere la farina setacciata su un piano da lavoro, unire il sale, il burro tagliato a tocchetti e iniziate a impastare velocemente, pizzicando l'impasto in modo da ottenere un effetto granuloso. Aggiungere i tuorli d'uova e impastare molto bene, fino a quando otterrete un composto omogeneo, liscio e senza grumi. Formare una palla, coprirla con un canovaccio e lasciarla riposare in frigorifero per 30 minuti. Trascorso il tempo, riprendete la pasta, stendetela con l'aiuto di un mattarello e adagiarla su pirottini capovolti rivestiti di carta da forno. Cuocere in forno a 170 °C fino a doratura. Per la mousse mettere in una terrina la robiola e la panna liquida. Amalgamare con le fruste del mixer e montare il composto. Una volta cotti i cestini di frolla distribuire la mousse e decorare con cetrioli e micro crescione.

To prepare the savory pastry dough: place the sifted flour on the working surface; add the salt and the butter cut in pieces and start knead quickly, pinching the dough to obtain a grainy effect. Add the egg yolks and knead very well until the dough is uniform, smooth and with no lumps. Form a ball, cover with a towel and let it rest in the fridge for 30 minutes. Then, take the dough, roll it out with a rolling pin and lay it upside down on cups lined with parchment paper. Bake the crust at 170 °C until it is golden brown. In the meantime, for the mousse, put the robiola cheese and the liquid double cream in a little bowl. Amalgamate with the whisks of the mixer and mount the mixture. Once the savory pastry baskets are cooked, spread the robiola mousse and garnish with cucumbers and micro watercress.

Preparar la masa quebrada: poner la harina en una superficie lisa, agregar la sal, la mantequilla cortada en trozos y amasar rápidamente, pellizcando la masa para obtener un efecto de granuloso. Añadir las yemas de huevo y mezclar bien, hasta obtener una mezcla suave y sin grumos. Formar una bola, cubrir con un paño y dejar reposar en la nevera durante 30 minutos. Después de este tiempo, extender la masa y colocarla sobre copas forradas con papel de horno. Hornear a 170 °C hasta que esté dorada. Para la mousse: poner en un tazón la robiola y la nata líquida. Mezclar con la batidora y montar la mezcla. Una vez cocidos los cestos de masa quebrada distribuir la mousse y decorar con pepinos y micro berros.

INSALATA DEL CONTADINO (Antonella Berlen) • THE FARMER'S SALAD • ENSALADA DEL CAMPESINO



*Una ricetta semplice e gustosa / A simple and tasty recipe / Una receta sencilla y sabrosa.*

INGREDIENTI / INGREDIENTS / INGREDIENTES

1 patata media lessata, 1 cipolla rossa di Acquaviva, 3 cucchiari di ceci precedentemente cotti, 30 g di micro broccoli, olio extravergine di oliva, sale, pepe.

*1 medium potato (boiled), 1 red onion of Acquaviva, 3 spoons of previously cooked chickpeas, 30 g of micro broccoli, extra-virgin olive oil, salt, pepper.*

*1 patata mediana hervida, 1 cebolla roja, 3 cucharadas de garbanzos previamente cocidos, 30 g de micro hojas de brócoli, aceite de oliva virgen extra, sal, pimienta.*

PREPARAZIONE / PREPARATION / PREPARACIÓN

Affettate la patata e la cipolla, componete a piacere, aggiungete i ceci e i micro ortaggi. Condite con olio, sale e pepe secondo il vostro gusto, aggiungendo, se piace, uno spruzzo di aceto.

*Slice the potato and the onion and place them into a plate, then add chickpeas and broccoli microgreens as you like. Season with oil, salt and pepper according to your taste, and if you like add a drizzle of vinegar.*

*Cortar la patata y la cebolla, organizar segun el gusto, añadir los garbanzos y las micro-hortalizas. Aliñar con aceite, sal y pimienta al gusto, añadiendo, si se desea, un chorrito de vinagre.*

UOVO IN CAMICIA SU CREMA DI MICRO LATTUGHE (Anna Debernardis)

POACHED EGG ON A MICRO LETTUCE CREAM • HUEVO EN CAMISA CON CREMA DE MICRO LECHUGAS



Un piatto che piacerà ai più piccoli / A dish that will appeal to children / Un plato que gustará a los niños

INGREDIENTI / INGREDIENTS / INGREDIENTES

1 uovo, acqua, aceto di vino bianco (facoltativo), 100 g di micro lattughe, 50 g di panna, sale e olio extravergine di oliva.

1 egg, water, white wine vinegar (optional), 100 g of micro lettuce, 50 g of double cream, salt and extra virgin olive oil

1 Huevo, agua, vinagre de vino blanco (opcional), 100 g de micro lechugas, 50 g de nata.

PREPARAZIONE / PREPARATION / PREPARACIÓN

Sbollentare la micro lattuga in acqua salata. Quando è morbida, strizzarla e frullarla insieme alla panna. Aggiungere sale e pepe e mettere da parte. Preparare l'uovo in camicia. Versare l'uovo in un bicchiere o in un mestolo. Quando l'acqua raggiunge il bollire, con l'aiuto di un cucchiaino, imprimere un movimento circolare all'acqua e versare l'uovo al centro. Far bollire l'uovo per 2-3 minuti a seconda di come lo si vuole liquido. Su un piatto mettere un cucchiaino di crema di lattuga e adagiare sopra l'uovo in camicia. Aggiungere sale ed olio extravergine di oliva. Guarnire con micro lattughe.

Blanch the micro lettuce in salted water. When it is soft, squeeze and blend it with the double cream. Add salt and pepper and put it on the side. Prepare the poached egg. Pour the egg in a glass or in a ladle. When the water boils, with a spoon, make a circular movement in the water and pour the egg in the middle. Boil the egg for 2-3 minutes according to how much liquid you want it. Put a spoon of lettuce cream in a plate and lay the poached egg on top. Add salt and extra virgin olive oil, and garnish with a handful of micro lettuce.

Hervir la micro lechuga en agua salada. Cuando este blanda, exprimirla y batirla con la nata. Añadir sal y pimienta y reservar. Preparar el huevo en camisa. Verter el huevo en un vaso o en un cucharón. Cuando el agua empiece a hervir, con la ayuda de una cuchara, dar un movimiento circular en el agua y verter el huevo en el centro. Hervir el huevo durante 2-3 minutos dependiendo de si se desea más o menos líquido. En un plato poner una cucharada de la crema de lechuga y apoyar encima el huevo en camisa. Añadir sal roja y adornar con las micro lechugas.

UOVA IN CAMICIA CON MICRO CAVOLFIORI (Antonella Berlen)

POACHED EGGS WITH MICRO CAULIFLOWER • HUEVOS EN CAMISA EN MICRO COLIFLOR



Un cuore soffice dal sapore antico con ortaggi... moderni.

*A soft heart with a traditional flavor combined with modern vegetables / Un corazón suave de sabor antiguo con hortalizas ... modernas.*

INGREDIENTI / INGREDIENTS / INGREDIENTES

2 uova fresche, acqua, 1 cucchiaino di aceto di vino bianco, 2 piccoli peperoni cornetti rosso e verde affettati, 1/2 cipolla affettata, olio, sale, pepe, 20 g di micro cavolfiori lavati velocemente e asciugati.

*2 fresh eggs, water, 1 spoon of white wine vinegar, 2 small red and green ox-horn peppers (sliced), 1/2 onion (sliced), extra virgin olive oil, salt, pepper, 20 g of micro cauliflowers (rinsed and dried).*

*2 huevos frescos, agua, 1 cucharada de vinagre de vino blanco, 2 pequeños pimientos rojos y verdes en rodajas, media cebolla picada, aceite, sal, pimienta, 20 g de micro coliflor color púrpura lavada y secada.*

PREPARAZIONE / PREPARATION / PREPARACIÓN

Versate poco olio in una padella e mettere ad appassire la cipolla. Aggiungete i peperoni, salate, pepate leggermente e fate cuocere per pochi minuti. Preparate una insalata con le foglioline di micro cavolo violetto. Versate l'acqua in una pentola bassa e ampia e portatela ad ebollizione su fiamma moderata. Aggiungete l'aceto. Rompete le uova, uno per volta, su un piatto piano, e fatele scivolare con delicatezza cercando di accompagnare con un cucchiaino l'albume verso il tuorlo per avvolgerlo e creare una bella camicia. Mentre gli albumi si rapprendono sistemate su un piatto piano le foglioline di cavolo violetto. Quando la camicia delle uova sarà bianca e soda, ci vorranno 2 - 3 minuti scarsi, aiutandovi con una schiumaiola estraete le uova nell'ordine in cui le avete immerse, scolate l'acqua in eccesso, sistematele sui micro cavoli e versatevi sopra, con delicatezza, i peperoni con la cipolla.

*Pour a little bit of oil in a pan and sweat the onion. Add peppers, salt and a bit of black pepper and let them cook for a few minutes. Prepare a salad with the micro cauliflower. Pour some water in a shallow and wide pot and let the water boil at moderate flame. Add the vinegar. Break the eggs, one at the time, on a flat plate, and let them gently slide with a spoon, trying to push the albumen towards the yolk in order to wrap it nicely. While the egg whites coagulate, place the micro cauliflower on a flat plate. When the wrapped egg is white and firm (it will take less than 2-3 minutes), using a skimmer, take the eggs out of the water in the same order you immersed them, drain the excess of water and place them on the micro cauliflowers. Finally, gently add the pepper and onion mix on the top.*

*Verter un poco de aceite en una sartén y poner a sofreír la cebolla. Añadir el pimiento, la sal y la pimienta y cocinar durante unos minutos. Preparar una ensalada con las hojas de la micro coliflor violeta. Verter el agua en una cacerola poco profunda y amplia y llevar a ebullición a fuego medio. Añadir el vinagre. Romper los huevos, uno a la vez, en una plato llano, y dejarlos deslizar suavemente, con la ayuda de una cuchara intentar que la clara de huevo alcance a la yema para que la envuelva y crear así una buena camisa. Mientras que las claras de huevo coagulan, colocar en un plato llano las hojas de la col violeta. Cuando la camisa de los huevos estará blanca y firme, dentro de 2-3 minutos, con la ayuda de una espumadera retirar los huevos en el orden en que se hayan sumergido, escurrir el exceso de agua, colocarlas por encima de las hojas de micro col y echar por encima, cuidadosamente, los pimientos con la cebolla.*

TORTINO DI MICRO BIETOLE CON CREMA DI LATTE E ZAFFERANO (Anna Debernardis)

MICRO BEET PIE WITH MILK AND SAFFRON CREAM • PASTEL DE MICRO ACELGA CON CREMA DE LECHE Y AZAFRÁN



Un piatto da condividere / A dish to share / Un plato para compartir.

INGREDIENTI / INGREDIENTS / INGREDIENTES

800 g di bietole da coste, 200 g di panna liquida, 4 tuorli di uova, 100 g di grana grattugiato, 4 dL di latte, 400 g di farina, 50 g di burro, 1,5 bustine di zafferano, sale e pepe quanto basta, micro bietole per decorare

800 g of Swiss chard, 200 g of double cream, 4 egg yolks, 100 g of grated Grana cheese, 4 dl of milk, 400 g of flour, 50 g of butter, 1 1/2 saffron bags, salt and pepper, micro beets to garnish

800 g de acelga, 200 g de nata líquida, 4 yemas de huevo, 100 g de queso grana rallado, 4 dL de leche, 400 g de harina, 50 g de mantequilla, 1,5 sobres de azafrán, sal y pimienta al gusto, micro acelga para decorar.

PREPARAZIONE / PREPARATION / PREPARACIÓN

Mondare, lavare e lessare le bietole in acqua salata; poi scolarle, strizzarle bene e frullarle. Incorporare i tuorli delle uova, la panna liquida ed una bustina di zafferano. Aggiungere poi il grana, il sale, il pepe e mescolare fino ad ottenere un composto omogeneo. Versare il composto ottenuto in uno stampo e cuocere a bagnomaria per 30 minuti nel forno già caldo a 170 °C. Nel frattempo preparare una crema facendo bollire il latte ed aggiungendo il restante zafferano. A parte lavorare il burro e la farina fino ad ottenere un composto omogeneo, aggiungerlo al latte caldo e mescolare continuamente per 10 minuti. Frullare la salsa e tenerla al caldo. Sformare il tortino, irrorare con la crema e servire con la salsa rimasta e decorare con le micro bietole.

Clean, wash and boil the beets in salted water; then, drain, squeeze and blend them. Stir the egg yolks, with the double cream and a bag of saffron. Add, then, Grana cheese, salt and pepper and mix well until the mixture is uniform. Pour this mixture in a mold and cook in water bath for 30 minutes in a pre-heated oven at 170°C. In the meantime, prepare a cream by boiling the milk and adding the remaining saffron. In another bowl, work together the butter and flour until the mixture is homogeneous, add the mixture to the hot milk and stir continuously for 10 minutes. Blend the sauce and keep it warm. Turn out the pie, moisten with the cream, serve with the remaining sauce and decorate with the micro beets.

Limpiar, lavar y hervir las acelgas en agua con sal; escurrir, exprimir bien y batirlas. Agregar las yemas de huevo, la nata líquida y el azafrán. A continuación, añadir el queso rallado, la sal y la pimienta y mezclar hasta obtener una mezcla homogénea. Verter la mezcla en un molde y cocinar al baño María durante 30 minutos en un horno precalentado a 170 °C. Mientras tanto preparar una salsa llevando a ebullición la leche y añadiendo el azafrán restante. Trabajar por otro lado la mantequilla y la harina hasta que la mezcla sea homogénea y agregarla a la leche caliente, moviendo continuamente durante 10 minutos. Mezclar la salsa y mantenerla caliente. Sacar el pastel, versar la crema caliente y servir con la salsa restante y con las micro remolachas.

SFORMATO DI FARINA DI MAIS ALLE MICRO CIME DI RAPA (Antonella Berlen)  
 CORN FLOUR PIE WITH MICRO RAPPINI • FLAN DE HARINA DE MAÍZ CON MICRO CIMA DI RAPA



**Il sapore neutro della polenta si trasforma in un delizioso sformato a base di micro cime di rapa e lamelle di mandorle tostate / The neutral flavor of the cornmeal turns into a delicious pie made of rappini microgreens and sliced roasted almonds. / El sabor neutro de la polenta se convierte en un delicioso flan hecho de hojas de micro "cima di rapa" y láminas de almendras tostadas.**

INGREDIENTI / INGREDIENTS / INGREDIENTES

Polenta alle micro cime di rape: 300 g di farina di mais precotta, 1 L di acqua, 1 cucchiaino di olio extra vergine di oliva, sale q.b., 50 g di formaggio pecorino, 90 g di micro cime di rapa tritate.

Salsina: 10 pomodori a fettine sottili, 1 spicchio di aglio a fettine, 6 piccole acciughe sott'olio, sale, peperoncino, lamelle di mandorle q.b.

Cornmeal with micro rappini: 300 g of precooked corn flour, 1 liter of water, 1 spoon of extra-virgin olive oil, salt, 50 g of pecorino cheese, 90 g of chopped micro rappini  
 Sauce: 10 thinly sliced tomatoes, 1 sliced garlic clove, 6 small anchovies in oil, salt, chilly pepper, sliced almonds as much as needed.

Polenta con micro "cima di rapa": 300 g di farina di mais precotta, 1 litro di acqua, 1 cucchiaino di olio extra vergine di oliva, sale q.b., 50 g di formaggio pecorino, 90 g di micro cime di rapa tritate / Salsa: 10 pomodori a fettine sottili, 1 spicchio di aglio a fettine, 6 piccole acciughe sott'olio, sale, peperoncino, lamelle di mandorle q.b.

PREPARAZIONE / PREPARATION / PREPARACIÓN

Mettere l'acqua in una pentola, salarla e portarla ad ebollizione a fuoco moderato. Versare lentamente a pioggia la farina di mais mescolando continuamente. Una volta addensata aggiungere, sempre mescolando, l'olio, il formaggio e per ultime le micro cime di rapa. Amalgamare bene, togliere dal fuoco e versare la polenta alle rape in 4 stampini. Mettere l'olio in una padella, farvi appassire le fettine di aglio, aggiungere le acciughe e far andare il tutto per due minuti scarsi. Unire alla salsa i pomodorini, aggiungere una punta di peperoncino e mantenere a fuoco vivace per altri due minuti. Tostare velocemente in un padellino antiaderente le mandorle. Sformare la polenta alle rape su un piatto piano, arricchirla con la salsina all'aglio, pomodori e acciughe, e completare con una pioggerella di lamelle di mandorle tostate.

Put the water in a pot, salt it and boil it over a moderate flame. Slowly drip the corn flour in the water, while mixing continuously. Once it is dense, keep stirring and add oil, cheese and at last the micro rappini. Amalgamate well and pour the cornmeal and micro rappini mix into 4 molds. Put a bit of oil in a pan, sweat the garlic slices, add the anchovies and cook everything for barely 2 minutes. Add the tomatoes to the sauce and a pinch of chilly pepper, and cook for another couple of minutes. Roast quickly the almonds in a small nonstick pan. Turn out the cornmeal with the micro rappini on a flat plate, add the sauce prepared with garlic, tomatoes, anchovies and chilly pepper, and complete the dish with a handful of roasted almonds.

Poner el agua en una olla, añadir sal y llevarla a ebullición a fuego medio. Verter la harina de maíz poco a poco, moviendo constantemente. Una vez que esté espesa, añadir, siempre mezclando, el aceite, el queso y por último las micro "cima di rapa". Mezclar, retirar del fuego y poner la polenta en 4 moldes. Poner el aceite en una sartén y sofreír el ajo en láminas, añadir las anchoas y cocinar durante dos minutos. Echar los tomates a ésta salsa, añadir un poco de guindilla y cocinar a fuego alto durante dos minutos. Tostar rápidamente las almendras en una sartén antiadherente. Desmoldar la polenta y ponerla en un plato llano, añadir la salsa de ajo, tomates y anchoas, y terminar con unas láminas de almendras tostadas.

CUPOLETTA DI PATATE ACCOMPAGNATA AL MICRO CAVOLO BROCCOLO (Antonella Berlen)  
CUPOLA OF POTATOES AND MICRO BROCCOLI • CÚPULA DE PATATAS ACOMPAÑADA CON MICRO BRÓCOLI



**Micro cavolo broccolo, il sapore delicato che non ti aspetti.**

*Micro broccoli, the delicate taste you do not expect / Micro brócoli, delicado y inesperado sabor.*

INGREDIENTI / INGREDIENTS / INGREDIENTES

Cupolette di patate: 1/2 kg di patate, 30 g di burro, 40 g di formaggio grana, 150 g di latte, sale, noce moscata, 30 g di micro cavolo broccolo.  
Salsina: 10 pomodori ciliegini, 1 spicchio di aglio a fettine, olio extravergine di oliva, sale, peperoncino.

*Potato cupola: 1/2 kg of potatoes, 30 g of butter, 40 g of parmesan cheese, 150 g of milk, salt, nutmeg, 30 g of micro broccolis.  
Sauce: 10 cherry tomatoes, 1 garlic clove (sliced), extra-virgin olive oil, salt, chilly pepper.*

*Cúpula de patatas: 1/2 kg de patatas, 30 g de mantequilla, 40 g de queso parmesano, 150 g de leche, sal, nuez moscada, 30 g de micro brócoli.  
Salsa: 10 tomates cherry, 1 diente de ajo a rodajas, aceite de oliva virgen extra, sal, pimienta.*

PREPARAZIONE / PREPARATION / PREPARACIÓN

Lessate le patate con la buccia, spellatele e passatele al passaverdure. Aggiungete a caldo burro, sale, formaggio, latte bollente e un'idea di noce moscata lavorando il tutto con un cucchiaio di legno per ottenere una purea morbida, spumosa e omogenea. Versate il composto ottenuto in più formine e fate raffreddare. Mettete l'olio in una padella, fatevi appassire le fettine di aglio e aggiungete i pomodorini tagliati a spicchi. Salate leggermente, aggiungete una punta di peperoncino e mantenete a fuoco vivace per non più di 2 minuti. Sformate su un piatto piano le cupolette di patate, arricchitele con la salsina di aglio e pomodoro, e una insalatina di micro cavoli broccolo. In alternativa, potrete tritare i micro cavoli broccolo e aggiungerli, poco prima di spegnere il fuoco, alla salsina di aglio e pomodorini.

*Boil the potatoes with the peel, remove the peel and mill them. When they are still hot, add butter, salt, cheese, hot milk and a pinch of nutmeg, stirring everything with a wooden spoon to get a soft, spongy and homogeneous mash. Pour the obtained mixture in more molds and let them cool down. Put a bit of oil in a pan, sweat the garlic and add the sliced tomatoes. Slightly salt, add a pinch of hot pepper, and cook for no more than 2 minutes. Place the potato cupola on a flat plate; add the garlic and tomato sauce along with the micro broccolis. Alternatively, you can chop the micro broccolis and add them to the garlic and tomato sauce just before turning the heat off.*

*Hervir las patatas con la piel, quitarles la piel y pasarlas por el trita verduras. Añadir la mantequilla, la sal, el queso, la leche caliente y la nuez moscada y trabajar todo con una cuchara de madera para obtener un puré suave, espumoso y homogéneo. Versar la mezcla en moldes y dejar enfriar. Poner el aceite en una sartén, sofreír un poco el ajo en láminas y añadir los tomates en trozos. Añadir un poco de sal, una pizca de guindilla y cocinar a fuego alto durante no más de 2 minutos. Desmoldar en un plato llano las cúpulas de patata, añadir la salsa de ajo y tomate y la ensalada de micro brócoli. Como alternativa, se puede picar el micro brócoli y agregarlo, justo antes de apagar el fuego, a la salsa de ajo y tomates cherry.*



POLPETTE DI PANE AI MICRO ORTAGGI (Antonella Berlen)

BREAD BALLS WITH MICROGREENS • ALBÓNDIGAS DE PAN CON MICRO HORTALIZAS



**Pugliesi, gustose, facili e versatili. Adatte ad accompagnare fresche insalate, a fornire un giusto contributo di carboidrati e di vitamine antiossidanti e micronutrienti e a riciclare pane non più fresco di giornata / Typical of Apulia, they are tasty, easy to make and versatile. Ideal if served with fresh salads, this dish provides the right combination of carbohydrates, anti-oxidant vitamins and micronutrients and it is a good way to use bread that is no more fresh / Tipico de la Puglia, delicioso, fácil y versátil. Adecuado para acompañar ensaladas frescas, para proporcionar la justa cantidad de hidratos de carbono, vitaminas, antioxidantes y micronutrientes y reciclar el pan del día anterior.**

INGREDIENTI / INGREDIENTS / INGREDIENTES

Polpette: 1/2 kg di pane raffermo, 100 g di micro ortaggi misti (cavolo broccolo, borragine, rucola), 3 - 4 uova, 100 g di formaggio Grana e Rodez, 1 spicchio d'aglio, acqua, vino bianco, sale, pepe q.b., olio d'oliva per friggere.

Insalata: 1 - 2 Cipolle rosse di Acquaviva affettate sottilmente, 2 - 3 peperoni cornetti tagliati a striscioline, foglioline di ravanella, pochi pomodori ciliegini, olio extravergine di oliva, sale, aceto balsamico.

*Bread balls: 1/2 kg of stale bread, 100 g of microgreens mix (broccoli, borage, arugula), 3 - 4 eggs, 100 g of Grana and Rodez cheese, 1 garlic clove, water, white wine, salt, pepper, extra virgin olive oil.*

*Salad: 1 - 2 red onions of Acquaviva thinly sliced, 2 - 3 ox-horn peppers sliced, radish microgreens, few cherry tomatoes, extra-virgin olive oil, salt, balsamic vinegar.*

*Albóndigas: 1/2 kg de pan, 100 g de micro-hortalizas mixtas (brócoli, borraja, rúcula), 3-4 huevos, 100 g de queso, 1 diente de ajo, agua, vino blanco, sal, pimienta, aceite de oliva para freír.*

*Ensalada: 1-2 cebollas rojas en rodajas finas, 2-3 pimientos cortados en tiras, hojas de rábano, unos tomates cherry, aceite de oliva extra virgen, sal, vinagre balsámico.*

PREPARAZIONE / PREPARATION / PREPARACIÓN

Mettete il pane in una ciotola con dell'acqua e un po' di vino bianco. Lavate, asciugate e tritate i micro ortaggi con l'aglio. Una volta inzuppato riprendete il pane, strizzatelo e tritatelo. Aggiungete il formaggio, i micro ortaggi, le uova. Impastate bene fino ad ottenere un impasto morbido ma consistente, salate e pepate. Formate delle piccole polpette e friggetele in olio di oliva fino a raggiungere un bel colore oro scuro. Poggiatele su carta assorbente per togliere l'olio in eccesso. Preparate un'insalata con le cipolle, i peperoni e i pomodori tagliati in quattro. Condite con un filo d'olio, un pizzico di sale, poche gocce di aceto balsamico. Aggiungete le polpette di pane, decorate con foglioline di ravanella e servite.

*Place the bread in a bowl with some water and a little bit of white wine. Wash, dry and chop the microgreens with the garlic. Once soaked, squeeze the bread, and blend it. Add cheese, microgreens and eggs. Work the mix well until it is soft and consistent and add salt and pepper. Form some little balls with the mix and fry them in extra virgin olive oil until they get a nice dark golden color. Put them on absorbent paper to remove the excess oil. Prepare a salad with onions, peppers and tomatoes cut in four parts. Season the salad with a drizzle of oil, a pinch of salt, and few drops of balsamic vinegar. Set the bread balls over the salad, garnish with radish microgreens and serve.*

*Poner el pan en un recipiente con agua y un poco de vino blanco. Lavar, secar y picar las micro-hortalizas con el ajo. Una vez que el pan se ha mojado, escurrir y picar. Agregar el queso, las micro-hortalizas y los huevos. Amasar bien todo hasta que la masa esté suave pero firme. Añadir sal y pimienta. Formar pequeñas albóndigas y freírlas en aceite de oliva. Apoyaras en papel absorbente para eliminar el exceso de aceite. Preparar una ensalada con cebollas en rodajas, pimientos en tiras y tomates cortados en cuartos. Sazonar con un poco de aceite, una pizca de sal y unas gotas de vinagre balsámico. Añadir las albóndigas de pan, decorando con hojas de rábano y servir.*

**SORBETTO AL MICRO RAVANELLO E LIMONE (Antonella Berlen)**  
**MICRO RADISH AND LEMON SORBET • SORBETE DE MICRO RÁBANO Y LIMÓN**



**Un sorbetto dal gusto fresco e alternativo, ottimo dopo una cena a base di pesce.**

*A fresh and alternative sorbet, perfect after a fish meal / Un sorbete fresco y alternativa, perfecto después de una cena de pescado.*

**INGREDIENTI / INGREDIENTS / INGREDIENTES**

50 g di micro ravanelli, 375 mL di acqua, 130 g di zucchero semolato, 1 limone, 1 puntina di zenzero (facoltativo), fettine di limone e foglioline di ravenello.

*50 g of micro radish, 375 mL of water, 130 g of caster sugar, 1 lemon, a pinch of ginger (optional), slices of lemon and few radish leaves to garnish.*

*50 g de micro rábanos, 375 mL de agua, 130 g de azúcar, 1 limón, 1 pizca de jengibre, rodajas de limón y hojas de rábano.*

**PREPARAZIONE / PREPARATION / PREPARACIÓN**

Mettete in un pentolino l'acqua, lo zucchero e le foglioline di micro ravenello. Portate ad ebollizione e mantenete sul fuoco per altri per 2-3 minuti prima di spegnere. Coprite con un telo, fate freddare completamente e passate in frigo. Trascorsi 30 minuti frullate il tutto con un frullatore ad immersione e filtrate accuratamente. Aggiungete il succo di un limone e se piace, una grattatina di zenzero, versate in un contenitore con coperchio e trasferite in freezer. Dopo 45 minuti andate a rompere la crosta di ghiaccio con i rebbi di una forchetta. Ripetete con lo stesso intervallo di tempo per altre 3 - 4 volte finché non otterrete la consistenza giusta per il vostro sorbetto. Se in casa avete una gelatiera riuscirete ad addensare il tutto in circa 40 minuti.

*Put the water in a saucepan along with the sugar and the leaves of micro radish. Boil the water and keep it boiling for other 2-3 minutes before turning off the heat. Cover with a towel, let it cool down completely and then transfer it in the fridge. After 30 minutes, blend everything with an immersion blender and filter it carefully. Add the juice of a lemon and, if you like, a pinch of grated ginger; pour in a container with a lid and transfer in the freezer. After 45 minutes, break the ice crystals with the tines of a fork. Repeat the same procedure for 3-4 times every 45 minutes until you reach the right consistency for your sorbet. If you have available an ice cream maker, you will be able to thicken the mixture in about 40 minutes.*

*Poner en un cazo el agua, el azúcar y las hojas de micro rábano. Llevar a ebullición y mantener en el fuego durante 2-3 minutos. Cubrir con un paño, dejar enfriar por completo y poner en la nevera. Después de 30 minutos batir todo y filtrar cuidadosamente. Añadir el zumo de un limón y si se gusta, un poco de jengibre rallado, verter en un recipiente con tapa y ponerlo en el congelador. Después de 45 minutos romper la costra de hielo con un tenedor. Repetir el procedimiento otras 3-4 veces hasta obtener la consistencia adecuada del sorbete. Si se dispone de una máquina para hacer helados se puede espesar todo en unos 40 minutos.*

## CONTRIBUTORS

### **Rossella Carone**

*M.S. in Chemistry, former analytical chemist at the Department of the Science of Agriculture, Food and Environment of the University of Foggia, Italy, she is currently teacher at the Ave Maria Montessori School, Ave Maria, FL, USA.*  
rossellacarone@gmail.com

### **Francesco Di Gioia**

*Ph.D. in Mediterranean Agronomy, former post-doctoral associate at the Department of Agricultural and Environmental Sciences of the University of Bari Aldo Moro, is currently research associate at the Department of Horticultural Sciences of the University of Florida, at the South West Florida Research and Education Center, Immokalee, FL, USA. He is also founder and legal representative of the Association ORTINNOVA.*  
fdigioia@ufl.edu

### **Beniamino Leoni**

*M.S. in Agronomy, is technician at the Department of Agricultural and Environmental Sciences of the University of Bari Aldo Moro, Bari, Italy.*  
beniamino.leoni@uniba.it

### **Carlo Mininni**

*Ph.D. in Mediterranean Agronomy, is currently research associate at the Institute of Sciences of Food Production of the Italian National Research Council, Bari, Italy. He is also vice-president and co-founder of the Association ORTINNOVA.*  
carlo.mininni@ispa.cnr.it

### **Pietro Santamaria**

*Researcher at the Department of Agricultural and Environmental Sciences of the University of Bari Aldo Moro, Bari, Italy.*  
pietro.santamaria@uniba.it

*Texts translated from Italian to English by Samantha Fede and Francesco Di Gioia, and from Italian to Spanish by Alejandra Navarro Garcia and Angelo Signore.*



## ACKNOWLEDGEMENTS

*The authors wish to thank the Italian Ministry of Agriculture and Forestry for financing the project 'Microgreens' and this book. The Apulia Region, for providing through the program 'Principi Attivi 2012' the first financial support to the Association ORTINNOVA, enabling us to start working on microgreens few years ago with the project 'Gusta il Biodiverso'.*

*Thanks to Francesco Serio and to Antonio Logrieco of the Institute of Sciences of Food Production of the National Research Council (ISPA-CNR) of Bari, for hosting at the Experimental Farm 'La Noria' some of the experimental activities on microgreens conducted by the Association ORTINNOVA. We are also thankful to all the people that have contributed to realize this publication with some of their time and help. In particular, we would like to thank Antonella Berlen, Rossella Carone, Anna Debernardis and Marino Notarnicola for adding value to our microgreens with their creativity and for sharing with us their recipes and the pictures of their delicious plates.*

*Thanks to Richard Ballard from Growing Underground and Maria Slota from Cropking Inc. for providing us few interesting pictures of their commercial microgreens production and microgreens growing systems.*

*Many thanks to Don Cutrone, Anna D'Adamo and the kids of the Parrish Spirito Santo of Bari, for the beautiful summer experience, and to all the parents for giving us the permission to publish few pictures of their children at work with microgreens.*

*Finally, we wish to thank Nicola Gentile, Gerolmina Florio, Angelo Signore, Matteo Anaclerio, Filomena Corbo, Donato Buttaro, Onofrio Davide Palmitessa and Massimiliano Renna for their collaboration, and Gilma Castillo for her help at the last moment.*



**Francesco Di Gioia**

*Associazione Ortinnova*

*Department of Horticultural Sciences*

*University of Florida*

*Email: info@gustailbiodiverso.com*

**Pietro Santamaria**

*Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali*

*Università degli Studi di Bari Aldo Moro*

*Email: pietro.santamaria@uniba.it*

**Grafica e impaginazione**

**COTA Comunicazione - *www.cota.it***

**Editore/ Publisher**

**ECO-logica srl - Bari 2015 - *www.eco-logicasrl.it***

Stampa: Pubblicità & Stampa srl - Modugno BA

Stampato su carta Fedrigoni Symbol Freelifa Satin Certificata FSC, costituita da pura cellulosa E.C.F. e da un elevato contenuto di fibre di recupero.

Finito di stampare: settembre 2015

**INFORMAZIONI LEGALI**

Tutti i diritti sono riservati - È vietata la riproduzione intera o parziale con qualsiasi mezzo. Gli Autori e i Curatori del presente volume e le persone che hanno collaborato al progetto MicroGREENS non sono responsabili dell'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo libro.

*No part of this work may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, microfilming, recording or otherwise, without written permission from the Publisher.*

*No se permite la reproducción total o parcial de este libro ni el almacenamiento en un sistema informático, ni la transmisión de cualquier forma o medio, electrónico, mecánico, fotocopia, registro u otros medios sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.*

# Microgreens

**mipaaf**

ministero delle  
politiche agricole  
alimentari e forestali



**Ortinnova**

**“Micro-ortaggi: nuovi alimenti freschi e funzionali per esplorare tutto il valore della biodiversità”** (MicroGREENS) è un progetto finanziato dal Mipaaf (Decreto n. 93824 del 30 dicembre 2014), ai sensi dell'art. 9 dell'avviso per la selezione pubblica nazionale per l'erogazione di contributi finanziari a sostegno di progetti in campo agricolo, alimentare, forestale e della pesca e dell'acquacoltura connessi alle finalità dell'evento Expo Milano 2015. Nasce dalla collaborazione tra alcuni ricercatori del Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali dell'Università degli Studi di Bari Aldo Moro e l'Associazione ORTINNOVA. Il progetto MicroGREENS ha l'obiettivo di divulgare l'importanza ed il valore del grande patrimonio di agro-biodiversità dell'orticoltura italiana, in particolare della Puglia, svelando come questa ricchezza può essere utilizzata per lo sviluppo di prodotti agroalimentari freschi, innovativi, funzionali e ad alto valore aggiunto come i micro-ortaggi.

*“Microgreens: novel fresh and functional food to explore all the value of biodiversity” (MicroGREENS) is a project funded by the Italian Ministry of Agriculture and Forestry (Mipaaf – Decree n. 93824 of December, 30th 2014), according to article 9 of the announcement of the public selection for the provision of funds to finance projects in the field of agriculture, food, forestry, fishing and aquaculture related to the goals of Expo Milano 2015. The project was born from the cooperation between the Association ‘ORTINNOVA’ and some researchers of the Department of Agricultural and Environmental Science of the University of Bari Aldo Moro. The project MicroGREENS aims to broadcast and increase the public awareness on the importance and value of the great heritage of biodiversity of the Italian and Apulian vegetables, revealing how such richness can be exploited to develop novel, fresh, functional and high value food products such as microgreens.*

*“Micro-hortalizas: nuevos alimentos frescos y funcionales para explorar todo el valor de la biodiversidad” (MicroGREENS) es un proyecto financiado por el Ministerio delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (Mipaaf - Decreto No. 93824 de 30 de diciembre de 2014), de conformidad con el artículo 9 de la convocatoria para la selección nacional pública encargada de apoyar y financiar proyectos en las areas de agricultura, alimentación, silvicultura, pesca y acuicultura relacionados con los objetivos del evento Expo Milano 2015. El proyecto Microgreens nace de la colaboración entre los investigadores del Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali de la Universidad de Bari Aldo Moro y de la Asociación ORTINNOVA. El objetivo principal del proyecto es divulgar la importancia y el valor del gran patrimonio de agro-biodiversidad en la horticultura italiana, especialmente en la región Puglia, desvelando cómo esta riqueza se puede utilizar para el desarrollo de nuevos alimentos, innovadores, funcionales y con alto valor añadido, como las micro-hortalizas.*