

# MICROBIOMA

## One Health: dal suolo al benessere dell'Uomo

*a cura di*

**Vincenzo Michele Sellitto**



**edagricole**

1ª edizione: dicembre 2023



© Copyright 2023 by «Edagricole - Edizioni Agricole di New Business Media srl»  
via Eritrea 21 - 20157 Milano  
Redazione: Piazza G. Galilei, 6 - 40123 Bologna  
Vendite: tel. 051/6575833; fax: 051/6575999  
e-mail: libri.edagricole@newbusinessmedia.it / www.edagricole.it

5653

Proprietà letteraria riservata - printed in Italy

*La riproduzione con qualsiasi processo di duplicazione delle pubblicazioni tutelate dal diritto d'autore è vietata e penalmente perseguibile (art.11 della legge 22 aprile 1941, n. 633). Quest'opera è protetta ai sensi della legge sul diritto d'autore e delle Convenzioni internazionali per la protezione del diritto d'autore (Convenzione di Berna, Convenzione di Ginevra). Nessuna parte di questa pubblicazione può quindi essere riprodotta, memorizzata o trasmessa con qualsiasi mezzo e in qualsiasi forma (fotomeccanica, fotocopia, elettronica, ecc.) senza l'autorizzazione scritta dell'editore. In ogni caso di riproduzione abusiva si procederà d'ufficio a norma di legge.*

Realizzazione grafica: Exegi S.n.c., via Pelagio Palagi 3/2, 40138 Bologna (BO)

Impianti e stampa: Logo srl, Via Marco Polo, 8 - 35010 Borgoricco (PD)

Finito di stampare nel dicembre 2023

ISBN 978-88-506-5653-0

# Presentazione

Invisibili comunità di microbi esistono ovunque sul nostro pianeta: in animali, piante, terreni, abissi oceanici e strati superiori dell'atmosfera. Negli ultimi anni l'interesse per il mondo dei microrganismi e il tema del microbioma stanno crescendo in modo esponenziale, diffondendosi in tutto l'ambito scientifico, entrando nella ricerca avanzata di specializzazioni molto diverse tra loro: dalla psicologia alla microbiologia. Come nel XVI secolo la rivoluzione copernicana ha cambiato in maniera fondamentale la nostra conoscenza della posizione della Terra nel Sistema solare, e la rivoluzionaria teoria formulata da Darwin nel XIX secolo ha cambiato la nostra collocazione nel regno animale, la scienza del microbioma umano ci sta obbligando una volta di più a riconsiderare il posto che occupiamo sul pianeta.

Grazie a questo lavoro innovativo curato da Vincenzo Michele Sellitto crediamo che sia possibile divulgare un approccio basato sul "Pensiero sistemico" che trae le origini dalla filosofia greca, in particolare da Aristotele e dai primi pitagorici. Questo modo di pensare, già ripreso e ampliato negli anni '20 dello scorso secolo dagli ecologisti che introdussero i concetti di catena alimentare e di ciclo alimentare, ben rappresenta la visione *One Health* – riconosciuta ufficialmente dal Ministero della Salute italiano, dalla Commissione Europea e da tutte le organizzazioni internazionali – quale strategia rilevante in tutti i settori che beneficiano della collaborazione tra diverse discipline (medici, veterinari, ambientalisti, economisti, sociologi ecc.). Una bella definizione di questa visione è la metafora: «il pensiero sistemico permette di vedere sia l'insetto che la foresta, ed è in grado di operare al meglio per entrambi».

Leggendo questo testo si riesce a comprendere che siamo dei superorganismi, composti di elementi umani e microbici strettamente interconnessi, inseparabili e dipendenti gli uni dagli altri per la sopravvivenza. La componente microbica dell'essere umano, tramite un comune sistema biologico di comunicazione, è poi connessa con tutti gli altri microbiomi presenti nel suolo, nell'aria e nel mare, e con i microbi che vivono in simbiosi con quasi tutte le altre creature viventi. Insomma siamo tutti intrinsecamente e inestricabilmente uniti con la rete terrestre della vita. Crediamo che la chiave per una comprensione più profonda e vitale del grande microbioma del pianeta parta anche dal capire le implicazioni che le nostre scelte hanno sia in campo agricolo che medico. Cibarsi delle piante e degli animali significa letteralmente «incorporarli», ed è attraverso questo gesto che condividiamo valori e principi a livello primordiale. I numerosi autori che hanno collaborato alla stesura di questo volume – tra ricercatori e docenti di diverse discipline scientifiche appartenenti a più di trenta tra Università e Istituti di ricerca nazionali ed internazionali – hanno contribuito ad offrire un sistema di conoscenza e di consapevolezza aggiornato, che aiuta a riconoscere i collegamenti fra Soil Health – salute del suolo o suolo vivo – e il nostro benessere. Proprio il concetto di benessere, di grande attualità in ogni ambito dal sociale al medico, viene qui interpretato come un modo positivo di vivere con se stessi e gli altri. La sfida è superare l'idea secondo la quale piante, animali e corpo umano sono considerati fattori a se stanti.

Addentrando nelle pagine di questo libro si riconosce poi la rilevanza della sostenibilità dell'agroecosistema. Negli ultimi 150 anni abbiamo perso metà dello strato superficiale dei suoli. Solo negli ultimi 40 è diventato improduttivo oltre il 30% dei terreni coltivabili. Henry Glover, agronomo presso la U.S. Agency for International Development, in una sua ricerca sostiene che le colture perenni fanno la

differenza su quelle annuali, in quanto sopravvivono di stagione in stagione e hanno strutture radicali profonde capaci di stabilizzare i suoli e trattenere l'acqua. Oltre la metà della popolazione mondiale fa affidamento su territori marginali, non adatti alla coltivazione delle colture annuali, ma che invece rappresentano spazi adeguati alla coltivazione sostenibile delle colture perenni che vivono in coevoluzione grazie al microbioma. In definitiva la sfida è lanciata: dobbiamo disseminare la consapevolezza che i sistemi viventi siano unità integrate, e che un approccio interdisciplinare possa offrire strumenti di valutazione utili ad ogni livello. Anche il futuro alimentare è costruito su elementi che dal suolo alla tavola sono proporzionalmente integrati per il ben-essere di tutti. A fare la differenza sono anche le nostre azioni.

**Alex Revelli Sorini**

Gastrosofo – Professore Universitario di Culture e Politiche Alimentari  
presso l'Università Telematica S. Raffaele di Roma – Giornalista

# Indice

**Presentazione**, III

**Gli Autori**, XII

**1 La genesi di un suolo** (*S. Priori*), 1

1.1 Come è definito il suolo, 1

1.1.1 Profilo e orizzonti di suolo, 1

1.2 Le fasi del suolo, 3

1.2.1 Fase solida minerale, 3

1.2.2 Fase solida organica, 4

1.2.3 Fase liquida, 5

1.2.4 Fase gassosa, 7

1.3 Come si forma un suolo: i fattori della pedogenesi, 7

1.3.1 Parent Material, 8

1.3.2 Rilievo - Morfologia, 9

1.3.3 Clima, 10

1.3.4 Organismi, 11

1.3.5 Tempo, 11

1.4 I processi pedogenetici, 12

1.4.1 Alterazione, 12

1.4.2 Lisciviazione, 13

1.4.3 Brunificazione e rubefazione, 14

1.4.4 Carbonatazione, salinizzazione e sodificazione, 14

1.4.5 Eluviazione, illuviazione e podsolizzazione, 15

1.4.6 Andosolizzazione, 16

1.4.7 Vertisolizzazione, 16

1.5 Qualità e salute del suolo, 17

1.5.1 Funzioni ecosistemiche del suolo, 17

1.5.2 L'evoluzione del concetto di qualità e salute del suolo, 17

1.5.3 Metodi di valutazione ed indicatori della qualità del suolo, 18

**Bibliografia**, 19

## **2 La vita nel suolo** (*M. Pellegrini, B. Farda, R. Djebaili, M. Del Gallo*), 21

2.1 Introduzione, 21

2.2 Le comunità microbiche del suolo, 22

2.2.1 Il microbiota procariotico, 23

2.2.2 Il microbiota fungino, 24

2.2.3 La microfauna, 25

2.3 I metodi di studio delle comunità microbiche, 26

2.3.1 Il campionamento, 26

2.3.2 Gli approcci classici, 27

2.3.3 I saggi funzionali, 28

2.3.4 Gli approcci molecolari, 29

2.4 Le interazioni nelle comunità microbiche, 29

2.4.1 La classificazione delle interazioni microbiche, 29

2.4.2 La caratterizzazione delle interazioni microbiche, 31

2.5 Conclusioni, 31

Bibliografia, 32

## **3 Microbiota del suolo e One Health** (*S. Mocali, E. A. C. Costantini*), 37

3.1 Introduzione, 37

3.2 Il concetto di Soil Health, 37

3.3 Una nuova visione del microbiota del suolo, 39

3.4 Conclusioni, 41

Bibliografia, 42

## **4 Il microbioma per il sequestro del Carbonio** (*E. Di Mattia*), 45

4.1 Il microbioma della Sostanza Organica e la mitigazione climatica, 45

4.2 Il microbioma essudativo per il sequestro del carbonio, 48

4.3 Il microbioma del sovescio e del compostato verde, 51

4.4 Conclusioni: la multifunzionalità neosintetica del microbioma degradativo, 55

Bibliografia, 57

## **5 Interazioni nella rizosfera** (*I. Bertani, V. Venturi*), 61

5.1 La rizosfera e il rizomicrobioma, 61

5.2 Le interazioni pianta-microrganismo, 63

5.3 Le interazioni microrganismi-microrganismi, 65

5.4 Le interazioni microrganismi-piante, 67

Bibliografia, 68

## **6 Questioni di Quorum** (*A. Squartini*), 71

6.1 Introduzione, 71

6.2 Influenza dei dati nell'analisi del microbioma, 72

- 6.3 Comunicazione tramite molecole segnale, 76
- 6.4 Evoluzione della definizione di QS, 79
- 6.5 Cinetica della propagazione delle molecole QS, 80
- 6.6 Dal QS al *Cluster sensing*, 86
- 6.7 Additività della concentrazione del segnale QS percepito, 87
- 6.8 Ingannevole è il Quorum più di ogni cosa, 92
- 6.9 Conclusioni, 98
- Bibliografia, 98

## **7 Le basi genetiche dell'interazione pianta-microbioma**

(*D. Bulgarelli*), 103

- 7.1 Introduzione, 103
- 7.2 Il modello a "check-points" per la differenziazione del microbioma proliferante all'interfaccia suolo-radice, 103
- 7.3 I determinanti genetici del microbioma della rizosfera, 104
- 7.4 La selezione varietale e le interazioni pianta-microbiota: il caso dell'orzo, 105
- 7.5 L'approccio SynCom allo studio ed applicazione delle interazioni pianta-microbiota, 107
- 7.6 Prospettive future, 108
- Bibliografia, 109

## **8 Ciclo rizofagico: processo fondamentale per un'agricoltura sostenibile**

(*J.F. White, W. Goldstein*), 113

- 8.1 Le piante "coltivano" i microrganismi del suolo, 114
- 8.2 Produzione di ormoni microbici e modulazione dello sviluppo delle piante, 114
- 8.3 Le piante aumentano il proprio apporto di azoto costringendo i batteri azotofissatori a cedere azoto nelle cellule vegetali, 117
  - 8.3.1 Tricomi come organi di trasferimento dell'azoto, 117
  - 8.3.2 Tecniche di trasferimento del microbioma, 118
- 8.4 Conclusioni, 119
- Bibliografia, 120

## **9 Miglioramento del microbioma simbiote delle leguminose**

(*F. Vaccaro, L. Cangioli, A. Mengoni, C. Fagorzi*), 125

- 9.1 Il problema della fertilizzazione azotata e il ruolo del microbioma, 125
- 9.2 L'importanza del microbioma simbiote delle leguminose, 126
- 9.3 Alcuni dettagli sulla fissazione biologica dell'azoto atmosferico nella simbiosi tra rizobi e leguminose, 127
- 9.4 Valorizzare i rizobi simbiotici azotofissatori in agricoltura, 128
- 9.5 Prospettive di miglioramento del microbioma simbiote delle leguminose, 129
- 9.6 Non solo rizobi nel microbioma simbiote, 129
- 9.7 Conclusioni, 132
- Bibliografia, 132

**10 I benefici delle micorrize e del Wood Wide Web** (*S. Saia, E. Tamayo, F.G.S. Angeletti, P. De Vita, C. Schillaci, M. Mariotti*), 135

10.1 Introduzione, 135

10.2 La popolazione microbica del suolo, 136

10.3 Funghi micorrizici arbuscolari in ambiente coltivato e loro interazione con i batteri, 138

10.3.1 Interazioni dirette tra AMF e batteri, 142

10.4 Trasformazione dei nutrienti da parte degli AMF nel sistema suolo-pianta: effetto diretto e indiretto, 143

10.4.1 Effetti sulla trasformazione e assorbimento di N, 144

10.4.2 Effetti sulla trasformazione e l'assorbimento del P, 145

10.5 Prospettive d'uso della tecnologia micorrizica per aumentare l'assorbimento dei nutrienti delle piante e la trasformazione dei nutrienti nel suolo, 147

10.6 Il Wood Wide Web: una prospettiva d'uso a lungo termine delle micorrize arbuscolari, 148

10.7 Conclusioni, 149

Bibliografia, 150

**11 Dal microbioma all'olobionte per un'agricoltura sostenibile** (*A. Bevivino, M. Costanzo, M. Iannetta*), 155

11.1 La nuova frontiera dell'agricoltura basata sul microbioma, 156

11.2 Le funzioni del microbioma nel suolo, 157

11.3 Piante e microbioma: l'olobionte e l'approccio olistico, 159

11.4 Applicazione di microrganismi benefici per un'agricoltura sostenibile: passato, presente e futuro, 161

11.5 Il ruolo del microbioma per un cibo sano e sostenibile secondo il concetto *One Health*, 163

11.6 Prospettive future, 164

Bibliografia, 165

**12 Microbiomi e biotecnologie: realtà e sfide future** (*M. Basaglia, L. Favaro, S. Casella*), 169

12.1 Biotecnologie e microrganismi ambientali: possibili applicazioni e prospettive, 170

12.2 L'isolamento dagli ambienti naturali di microrganismi per l'utilizzo industriale, 171

12.3 Il miglioramento dei ceppi industriali, 172

12.3.1 Caratteri dei ceppi microbici industriali e miglioramento genetico tradizionale, 173

12.3.2 Le tecniche molecolari applicate al miglioramento genetico dei microrganismi per le produzioni industriali, 174

12.4 Lo sfruttamento biotecnologico dei microbiomi: il caso delle plastiche, 175

12.4.1 Il problema delle plastiche fossili, 175



- 12.4.2 La degradazione delle plastiche: il ruolo dei microrganismi, 175
- 12.4.3 Il caso del PE, 176
- 12.4.4 Il caso del PET, 177
- 12.4.5 Strategie per la scoperta e il miglioramento di enzimi per il riciclo sostenibile delle plastiche non biodegradabili, 178
- 12.4.6 L'alternativa alle plastiche di origine petrolifera: i Poliidrossialcanoati (PHA), 180

12.5 Considerazioni conclusive, 182

Bibliografia, 182

Sitografia, 185

### **13 Microbioma e Agricoltura, trend e prospettive**

(*E. Malusà*), 187

13.1 Introduzione, 187

13.2 Il microbioma e la sua "traduzione" nelle pratiche agricole, 188

13.2.1 I biofertilizzanti, 188

13.2.2 I biopesticidi, 189

13.2.3 Fattori che influenzano l'efficacia dei prodotti a base microbica, 193

13.2.4 Un approccio integrato per ottimizzare l'uso dei bioprodotto e valorizzare il microbioma, 197

13.2.5 Multifunzionalità del microbioma e aspetti normativi relativi l'utilizzo di bioinoculi, 199

13.2.6 Prospettive future per i bioprodotto e la valorizzazione del microbioma, 202

Bibliografia, 203

### **14 Microbiomi e prodotti fermentati: qualità, sicurezza**

**e salute** (*M. Fragasso, G. Perrone, M.M. Russo, F. Biasioli, G. Spano, P. Russo, V. Capozzi*), 209

14.1 I prodotti fermentati, 209

14.2 Microbiomi, fermentazioni spontanee e gestione delle risorse microbiche, 210

14.3 La fermentazione e la qualità globale dei prodotti, 212

14.4 Microbiomi e fermentazioni: una prospettiva olistica, 213

14.5 Diversità microbica, variabilità delle matrici, microbiomi e prodotti fermentati, 215

14.6 Sostenibilità, innovazione, e biotecnologie microbiche, 217

Bibliografia, 218

### **15 Il microbiota umano: ruolo e funzioni** (*C.M. Ingenito*), 223

15.1 Introduzione: cos'è il microbiota intestinale umano, 223

15.2 Funzioni del microbiota, 225

15.3 Eubiosi/disbiosi del microbiota intestinale, 226

15.4 Formazione del microbiota intestinale umano e sua modulazione dalla nascita all'età adulta, 228

15.4.1 Il microbiota a partire dalle prime fasi di vita, 228

15.4.2 Modulazione del microbiota intestinale umano nel corso della vita, 230

Bibliografia, 232

## **16 Il microbiota umano e la patologia metabolica**

(*M. Watanabe, S. Basciani*), 237

16.1 Introduzione, 237

16.2 Modulazione dietetica del microbiota intestinale, 237

16.3 Microbiota e malattie metaboliche, 237

16.4 Resistenza all'insulina e modulazione dell'appetito, 239

16.5 Metabolismo energetico, 239

16.6 Metabolismo degli acidi biliari, 240

16.7 Sistema immunitario e barriera intestinale, 240

16.8 Conclusioni, 241

Bibliografia, 241

## **17 Microbioma di suolo, piante e Uomo: il ruolo del sistema**

**redox** (*E.L. Iorio, C. Aires De Oliveira, G. Scapagnini, C.M. Gonçalves, A. Kiritaskis*), 245

17.1 Introduzione, 245

17.2 Dal sistema redox allo stress ossidativo, 248

17.2.1 Specie ossidanti, bersagli molecolari e riducenti/antiossidanti, 248

17.2.2 Lo stress ossidativo, 250

17.2.3 Il sistema redox come sistema biochimico omeostatico interspecie, 252

17.3 Il sistema redox come anello biochimico di congiunzione fra suolo, microbiota e piante, 254

17.3.1 Il sistema redox e il potenziale di riduzione del suolo, 254

17.3.2 Interazioni tra suolo e microrganismi mediate dal sistema redox, 255

17.3.3 Interazioni tra suolo e piante mediate dal sistema redox, 255

17.3.4 Il sistema redox delle piante, 255

17.3.5 Interazioni tra piante e microbiota mediate dal sistema redox, 257

17.3.6 Interazioni tra piante, insetti erbivori e parassiti mediate dal sistema redox, 260

17.4 Il sistema redox come anello biochimico di congiunzione fra microbiota e intestino umano, 261

17.4.1 Il sistema redox e il potenziale di riduzione del lume intestinale, 261

17.4.2 Ruolo del sistema redox nelle interazioni tra mucosa intestinale e microbiota, 262

17.4.3 Il sistema redox, fra microbiota e polifenoli alimentari, 264

17.4.4 Il sistema redox, fra microbiota e mitocondri, 265

17.5 Verso un'ipotesi unitaria, 266

17.6 Considerazioni conclusive, 270

Bibliografia, 271

## **18 Interazioni tra il microbioma del suolo e quello dell'Uomo**

*(D. Cavalieri), 279*

- 18.1 L'immensa capacità omeostatica del microbioma del suolo, 279
  - 18.2 Le tecnologie di Next Generation Sequencing per lo studio delle comunità microbiche complesse quali il microbiota intestinale, 281
  - 18.3 Struttura ed evoluzione del microbiota umano, 281
  - 18.4 Dieta, ambiente, globalizzazione e microbioma, 283
  - 18.5 Quanti microrganismi del suolo entrano nell'Uomo?, 284
  - 18.6 One Health: suolo in salute – Uomo in salute, 285
- Bibliografia, 286

## **19 Teoria e tecniche di bioinformatica: l'analisi del microbioma**

*(A. Esposito, L. Ambrosino), 289*

- 19.1 Introduzione, 289
  - 19.2 La maggior parte dei batteri è sconosciuta, 289
    - 19.2.1 Il gene ribosomale 16S, 290
  - 19.3 L'alba della metagenomica, 291
    - 19.3.1 La rivoluzione delle NGS, 292
    - 19.3.2 L'impatto delle NGS sull'ecologia microbica, 292
    - 19.3.3 L'analisi dei dati di metagenomica "marker-based", 294
    - 19.3.4 L'analisi dei dati di metagenomica shotgun, 295
    - 19.3.5 L'analisi multivariata dei dati, 296
  - 19.4 Considerazioni conclusive, 298
- Bibliografia, 299

**Crediti fotografici**, 303

# Gli Autori

**Luca Ambrosino**, Dipartimento di Infrastrutture di ricerca per le risorse biologiche marine (RIMAR), Stazione Zoologica Anton Dohrn, Napoli

**Francesco G.S. Angeletti**, Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università di Pisa

**Marina Basaglia**, Dipartimento di Agronomia, Alimenti, Risorse naturali Animali e Ambiente (DAFNAE), Università degli Studi di Padova

**Sabrina Basciani**, Dipartimento di Medicina Sperimentale, Università di Roma "La Sapienza"

**Iris Bertani**, International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology (ICGEB), Trieste

**Annamaria Bevivino**, ENEA, Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Biotecnologie e Agroindustria, Laboratorio Sostenibilità, Qualità e Sicurezza delle Produzioni Agroalimentari

**Franco Biasioli**, Centro Ricerca e Innovazione (CRI), Fondazione Edmund Mach

**Davide Bulgarelli**, School of Life Sciences, University of Dundee, Scotland

**Lisa Cangioli**, Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Firenze

**Vittorio Capozzi**, Consiglio Nazionale delle Ricerche, ISPA CNR sede di Foggia

**Sergio Casella**, Dipartimento di Agronomia, Alimenti, Risorse naturali Animali e Ambiente (DAFNAE), Università degli Studi di Padova

**Duccio Cavalieri**, Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Firenze

**Edoardo A.C. Costantini**, CNR-IBE, Istituto per la BioEconomia

**Manuela Costanzo**, ENEA, Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Biotecnologie e Agroindustria, Laboratorio Sostenibilità, Qualità e Sicurezza delle Produzioni Agroalimentari

**Clarissa Aires De Oliveira**, World Academy of Integrative Medicine (WACIM) - Clínica Conceito Saúde (Uberlandia, Minas Gerais, Brasile)

**Pasquale De Vita**, CREA-CI, Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Foggia

**Maddalena Del Gallo**, Sezione di Scienze Ambientali, Dipartimento MESVA, Università degli Studi dell'Aquila

**Elena Di Mattia**, Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali (DAFNE), Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

**Rihab Djebaili**, Sezione di Scienze Ambientali, Dipartimento MESVA, Università degli Studi dell'Aquila

**Alfonso Esposito**, Facoltà di Medicina e Chirurgia, Università "Kore" di Enna

**Camilla Fagorzi**, Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Firenze

**Beatrice Farda**, Sezione di Scienze Ambientali, Dipartimento MESVA, Università degli Studi dell'Aquila

**Lorenzo Favaro**, Dipartimento di Agronomia, Alimenti, Risorse naturali Animali e Ambiente (DAFNAE), Università degli Studi di Padova

**Mariagiovanna Fragasso**, Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria (DAFNE), Università degli Studi di Foggia

**Caio Mârcio Gonçalves**, Facoltà Integrate di Uberaba (Minas Gerais, Brasile)

**Walter Goldstein**, Mandaamin Institute, Lake Geneva, Wisconsin

**Massimo Iannetta**, ENEA, Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Divisione Biotecnologie e Agroindustria

**Carminia Marina Ingenito**, Fondazione Ebris - European Biomedical Research Institute Of Salerno

**Eugenio Luigi Iorio**, AOCS, Osservatorio Internazionale dello Stress Ossidativo (Italia, Giappone, Grecia, Brasile)

**Apostolos Kiritaskis**, Hellenic University, Department of Food Science and Food Technology Thessaloniki, Greece

**Eligio Malusà**, CREA, Centro di Ricerca in Viticoltura ed Enologia, Conegliano; National Institute of Horticultural Research, Skierniewice, Polonia

**Marco Mariotti**, Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università di Pisa

**Alessio Mengoni**, Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Firenze

**Stefano Mocali**, CREA-AA, Centro di Ricerca Agricoltura e Ambiente, Firenze

**Marika Pellegrini**, Sezione di Scienze Ambientali, Dipartimento MESVA, Università degli Studi dell'Aquila

**Giancarlo Perrone**, Consiglio Nazionale delle Ricerche, ISPA CNR sede di Bari

**Simone Priori**, Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali (DAFNE), Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

**Maria Manuela Russo**, Consiglio dell'Ordine dei Tecnologi alimentari Lazio-Campania

**Pasquale Russo**, Dipartimento DeFENS, Università degli Studi di Milano

**Sergio Saia**, Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università di Pisa

**Giovanni Scapagnini**, Dipartimento di Medicina e Scienze per la Salute, Università degli Studi del Molise

**Calogero Schillaci**, Joint Research Centre (European Commission), Ispra (VA)

**Giuseppe Spano**, Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria (DAFNE), Università degli Studi di Foggia

**Andrea Squartini**, Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse Naturali e Ambiente (DAFNAE), Università degli Studi di Padova

**Elisabeth Tamayo**, TUM School of Life Sciences, Technical University of Munich, Germany

**Francesca Vaccaro**, Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Firenze

**Vittorio Venturi**, International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology (ICGEB), Trieste

**Mikiko Watanabe**, Dipartimento di Medicina Sperimentale, Università di Roma "La Sapienza"

**James Francis White**, Department of Plant Biology, Rutgers University, New Brunswick, New Jersey

Il suolo compone la "pedosfera", la quinta sfera biogeochimica terrestre; è la sfera più sottile, ma interagisce con tutte le altre, trasformando la litosfera, rilasciando elementi nell'idrosfera e nell'atmosfera e sostenendo la biosfera. Un suolo è quindi un sistema aperto e un trasformatore di materia ed energia.



Il suolo è la porzione superficiale della crosta terrestre e viene definito vivo grazie alla biodiversità esistente all'interno della sua struttura, ossia la varietà e la variabilità degli organismi viventi che instaurano una fitta rete di attività biologiche e garantiscono la vita sulla Terra.

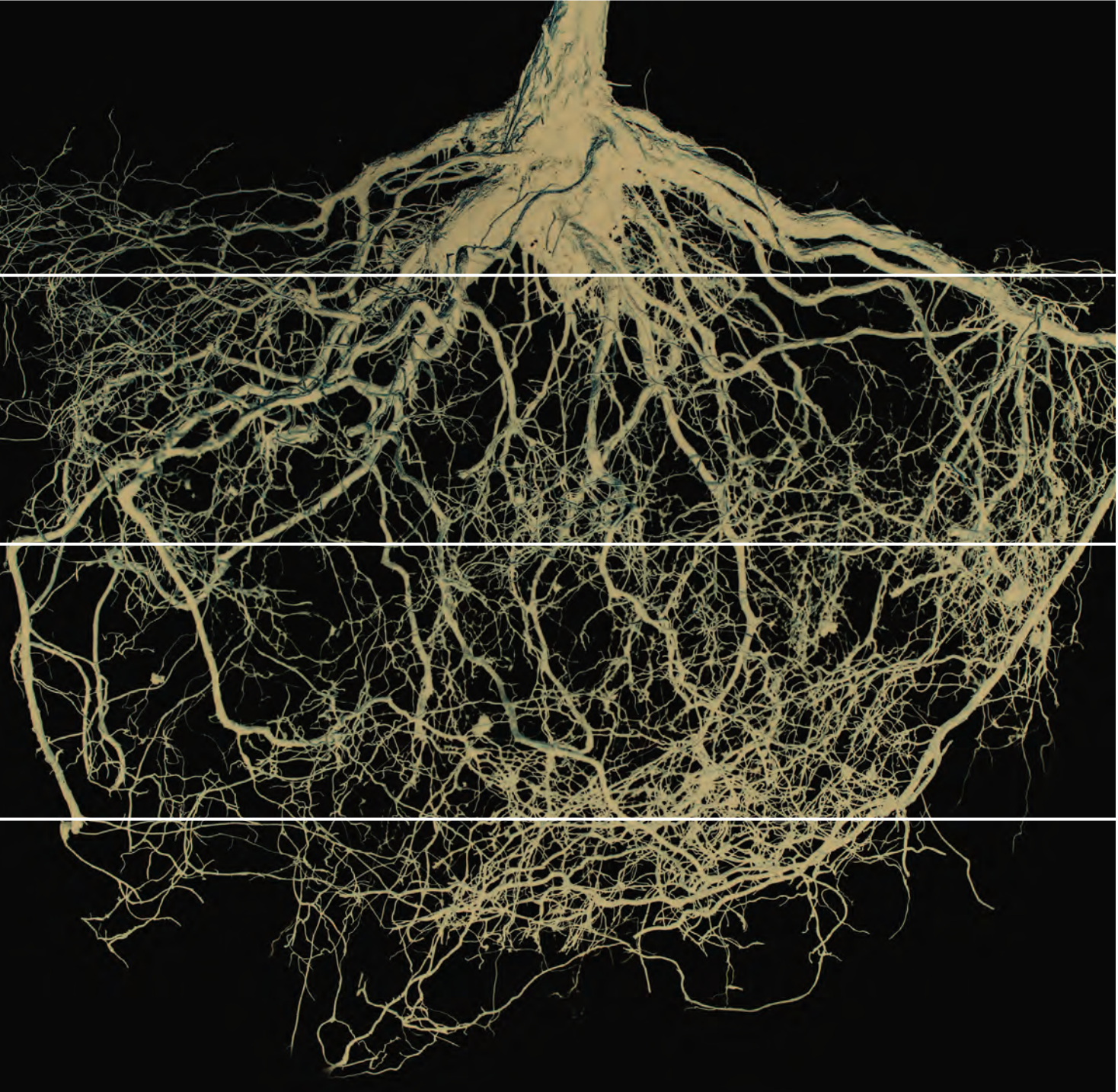


La definizione di *One Health* stabilisce che la salute e il benessere degli esseri umani sono indissolubilmente legati alla salute delle altre componenti vive degli ecosistemi, come il suolo, le piante e gli animali.





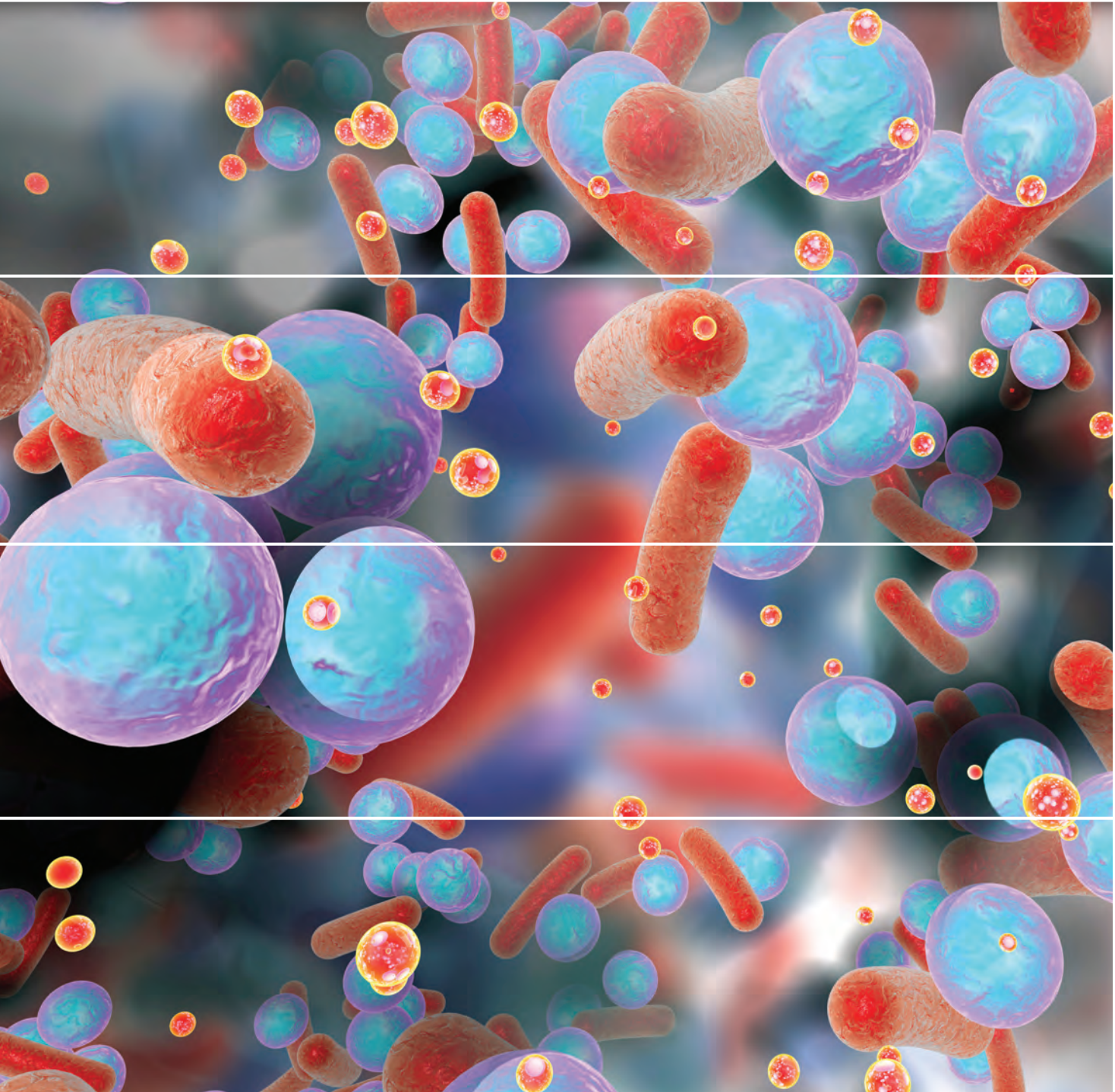
La Sostanza Organica del suolo (SO) costituisce uno dei principali comparti di stoccaggio del carbonio organico e di sequestro del carbonio nella biosfera, in quanto è stato stimato che ne contenga quantitativi superiori rispetto all'intera somma rinvenibile nel dominio vegetazionale totale e nell'atmosfera.



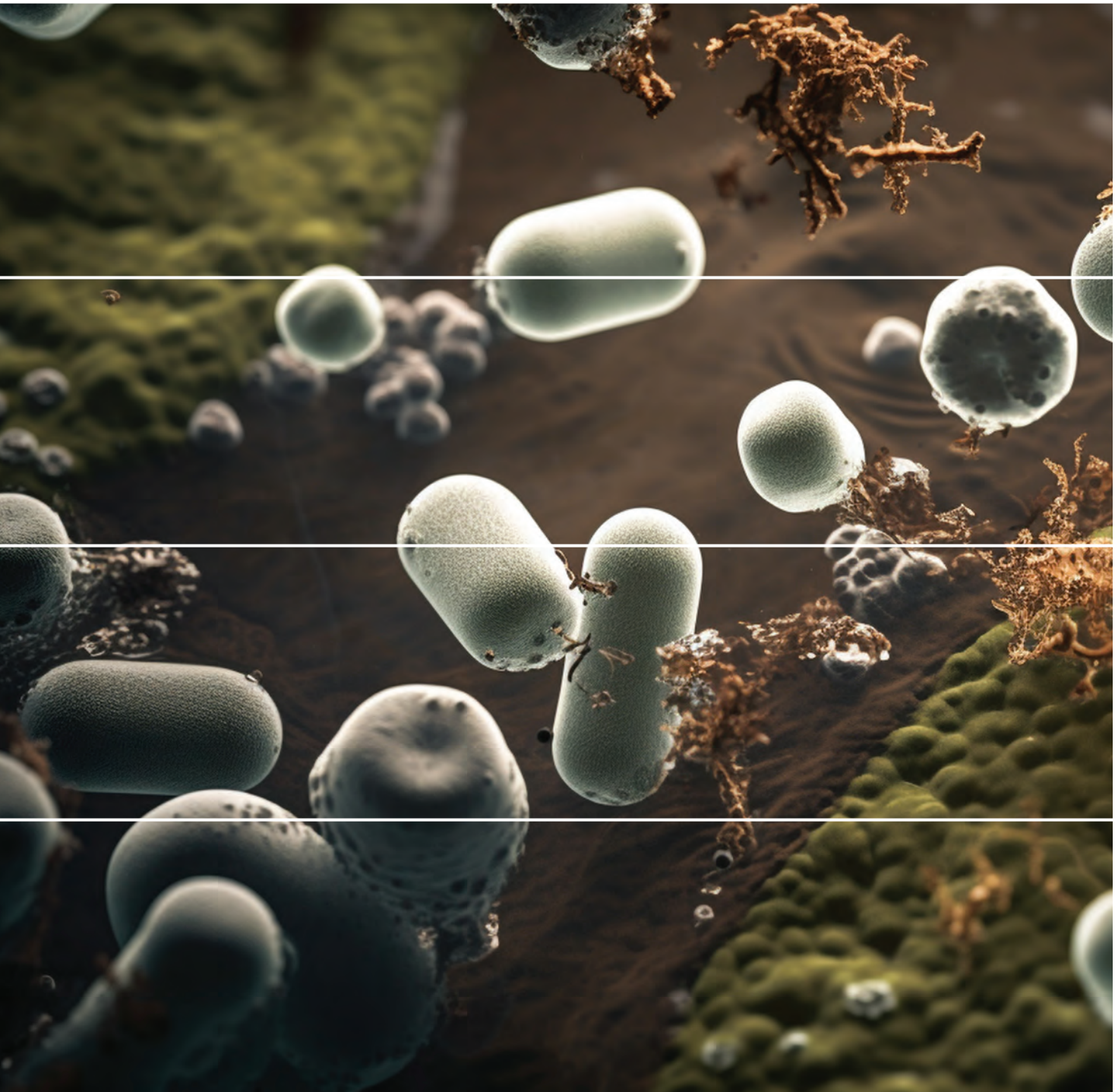
Il suolo che circonda le radici è colonizzato da batteri, funghi, alghe e protisti che lo rendono uno degli ambienti più biodiversi tra i vari ecosistemi terrestri. Qui si concentra e avviene la maggior parte delle interazioni fra le componenti viventi del suolo.



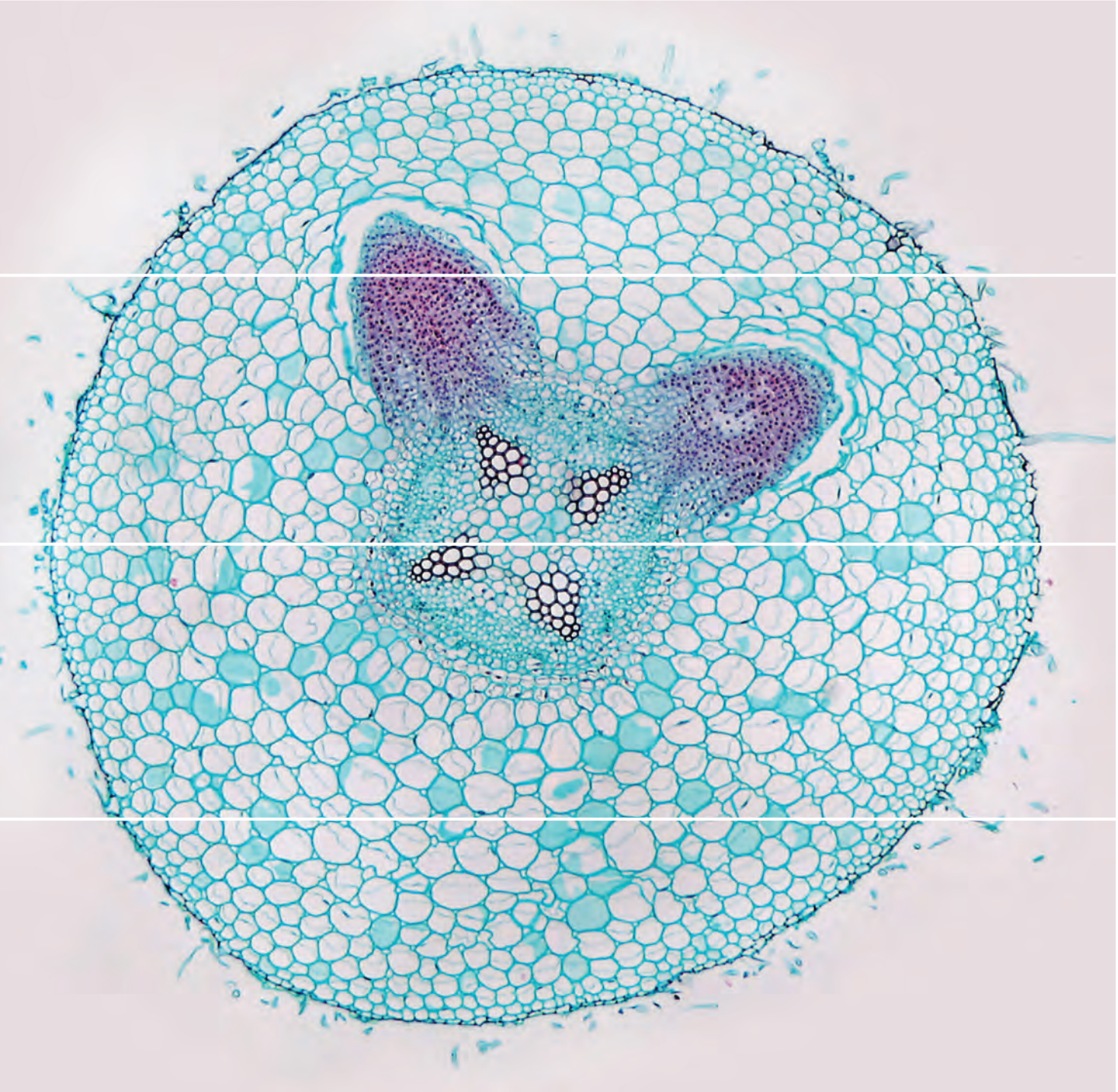
Il microbioma è un dataset composizionale, una lista di microrganismi, di ciascuno dei quali è riportato il numero di volte in cui la sequenza che lo identifica è stata trovata. È quindi un puro oggetto matematico in cui i valori rappresentano la numerosità di ciascuna specie nel volume campionato.



Le comunità microbiche che popolano l'interfaccia suolo-radice non mostrano una composizione tassonomica "casuale". Al contrario, il microbioma è definito da processi di selezione mediati dalla pianta stessa.



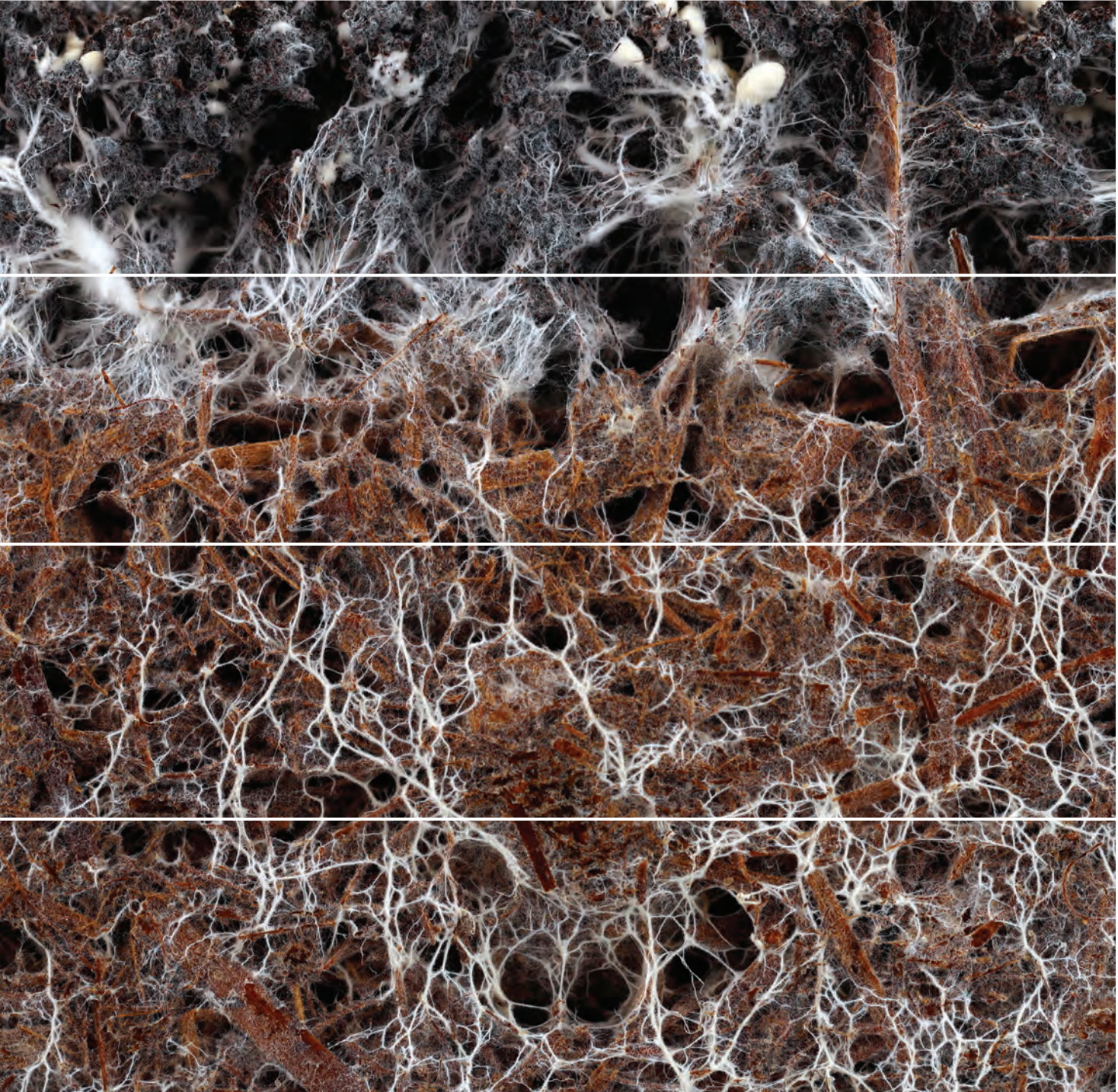
Tutte le piante sono abitate internamente da comunità di microbi non patogeni (endofiti) che, oltre a trasferire elementi nutritivi, possono anche conferire maggiore resistenza agli stress abiotici e biotici.



I batteri appartenenti al gruppo dei rizobi possono stabilire un'interazione di tipo simbiotico con le piante leguminose. La simbiosi tra rizobi e leguminose è una delle più conosciute e studiate per l'enorme apporto di azoto che fornisce alle piante.



I funghi arbuscolo-micorrizici sono microrganismi del suolo che vivono in simbiosi con le piante terrestri. Questa simbiosi apporta notevoli benefici all'accrescimento delle piante, alla loro capacità di assorbire i nutrienti e alla fertilità del suolo.



Un suolo sano, un minor uso di fertilizzanti e pesticidi e le nuove soluzioni basate sui microbiomi sono elementi fondamentali per promuovere un'agricoltura sostenibile, alla base della produzione di alimenti di qualità e altre risorse per una bioeconomia circolare.





In tutti gli ambienti terrestri i microrganismi superano gli altri esseri viventi sia in termini di biomassa che di biodiversità e sono le uniche forme di vita nel sottosuolo profondo e in quasi tutti gli ambienti "estremi".



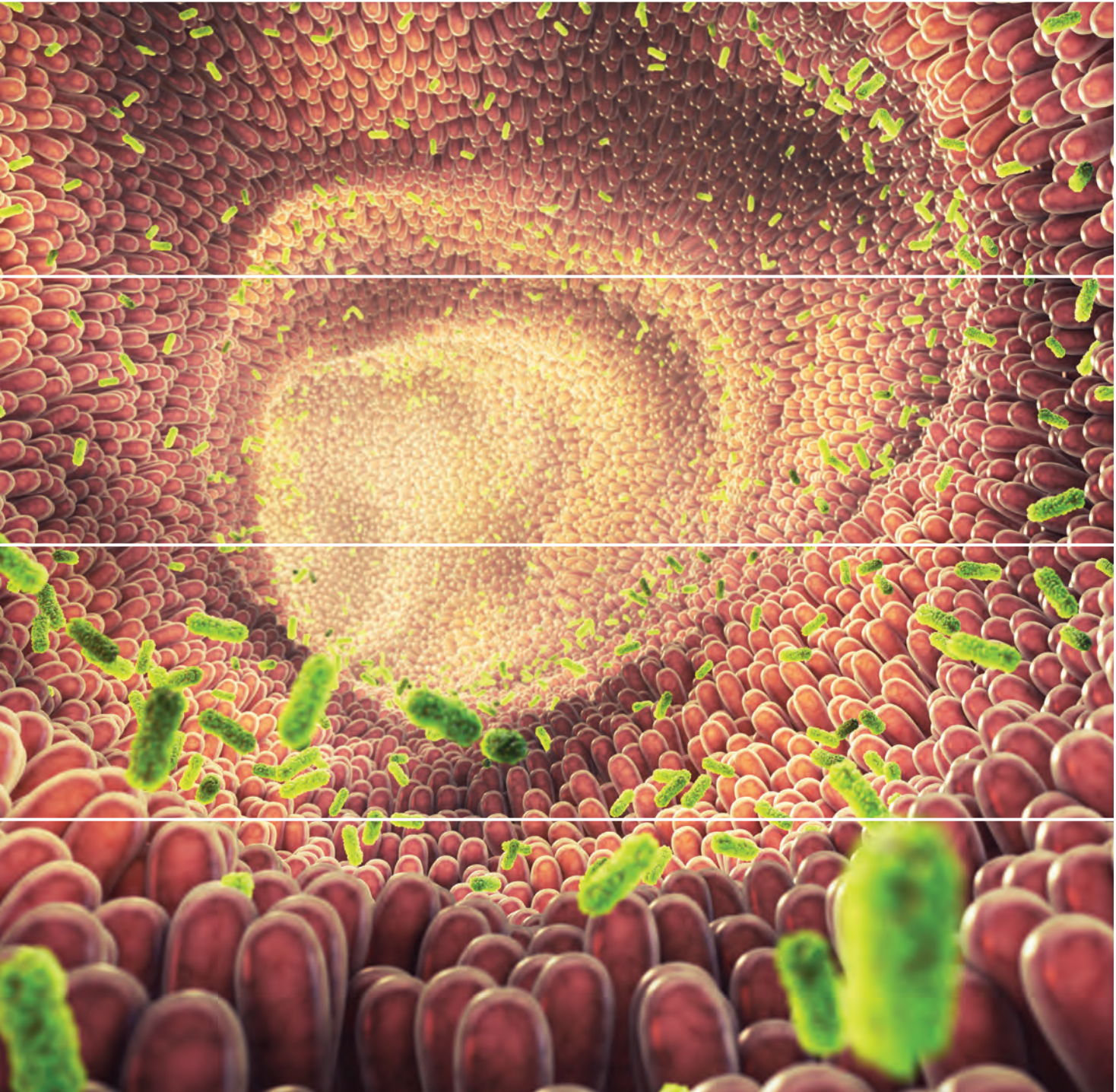
I microrganismi e le loro comunità (microbiomi) svolgono ruoli fondamentali per la biodiversificazione ed il funzionamento di tutti gli altri organismi viventi, guidando l'evoluzione e l'adattamento ecologico fin dall'origine della vita sulla Terra.



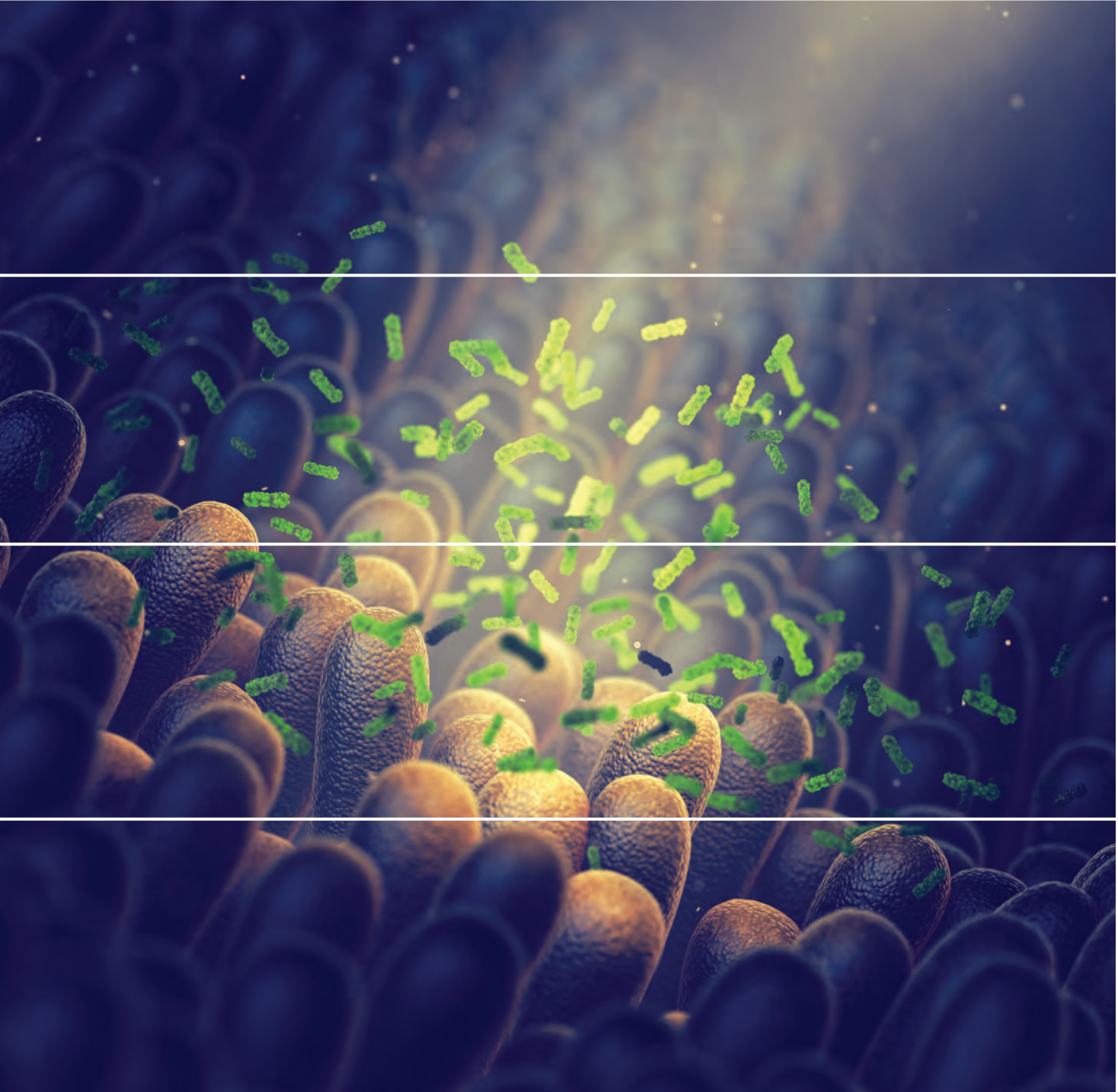
Gli alimenti e le bevande fermentate sono stati tra i primi prodotti alimentari processati nella storia dagli esseri umani. Le conoscenze nello studio dei microbiomi associati alle fermentazioni offrono nuove prospettive per migliorare sicurezza e qualità dei prodotti finiti.



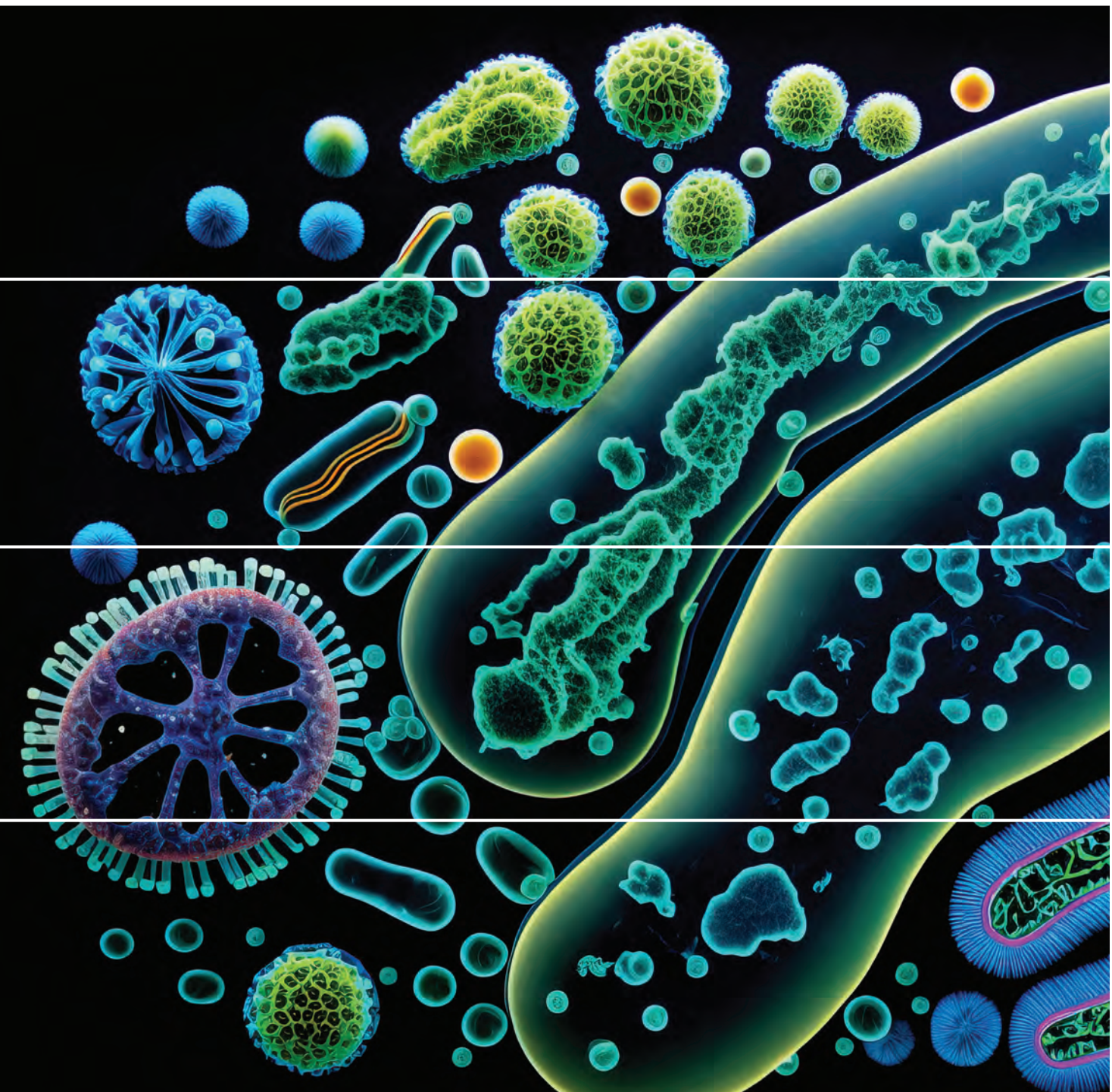
Il microbiota intestinale umano è la componente microbica principale nell'uomo ed è un ecosistema complesso, dinamico ed eterogeneo abitato da microrganismi che interagiscono tra loro e con l'ospite.



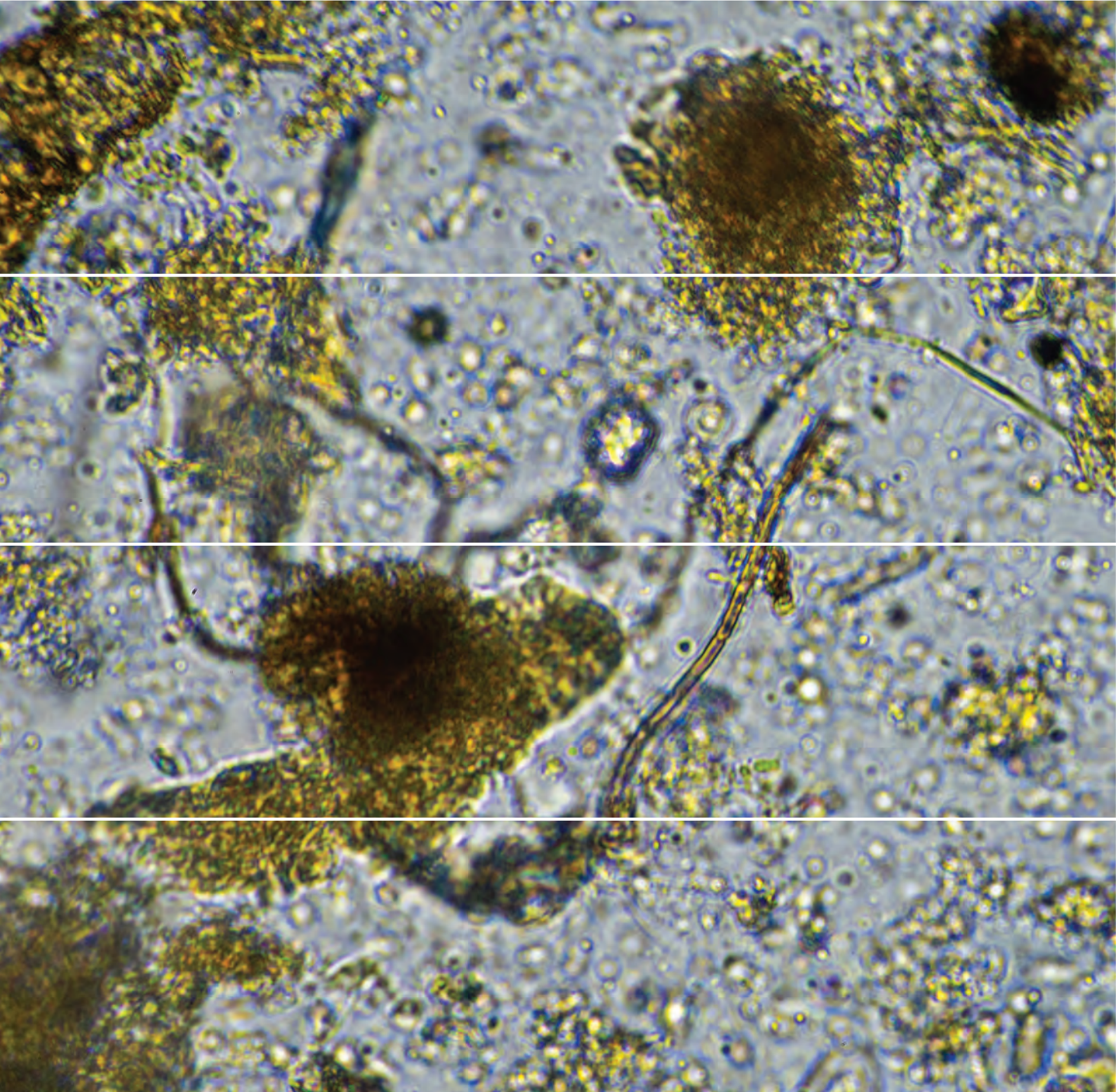
I microbi che vivono nell'intestino umano, principalmente nel colon distale, svolgono un ruolo fondamentale nel metabolismo dell'ospite e agiscono come un vero e proprio organo.



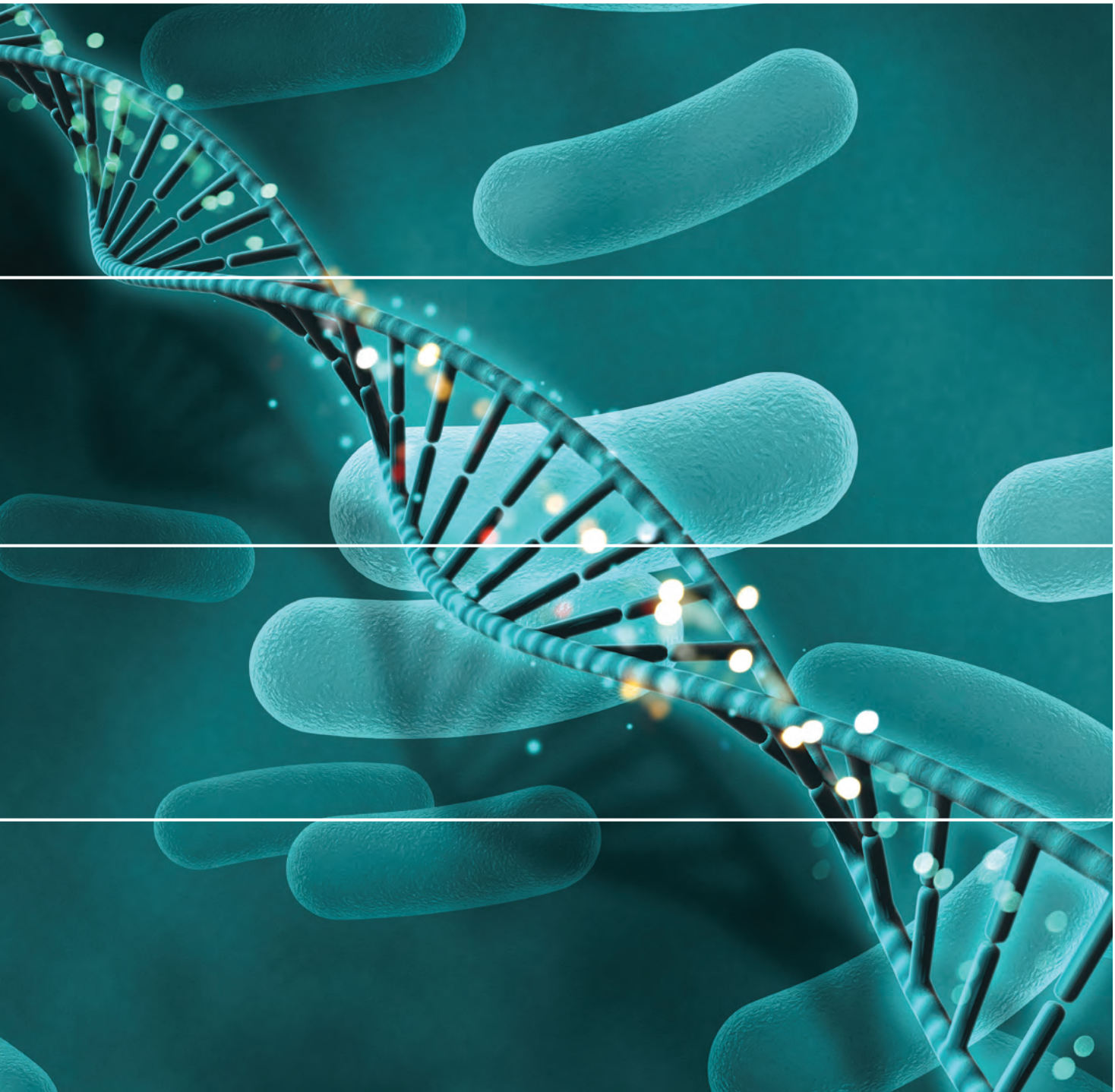
Le interazioni tra gli olobionti Uomo e Pianta, mediate dal microbiota, trovano nel sistema redox un anello biochimico di congiunzione inter-specie e un potenziale target di strategie per mantenere "vivo" il suolo e "in benessere" piante, animali e uomini.



Il microbioma del suolo e quello umano sono legati da interazioni indissolubili: il suolo ha plasmato il microbioma umano mentre gli esseri umani hanno selezionato quali microrganismi trasferire dall'ambiente nel proprio organismo.

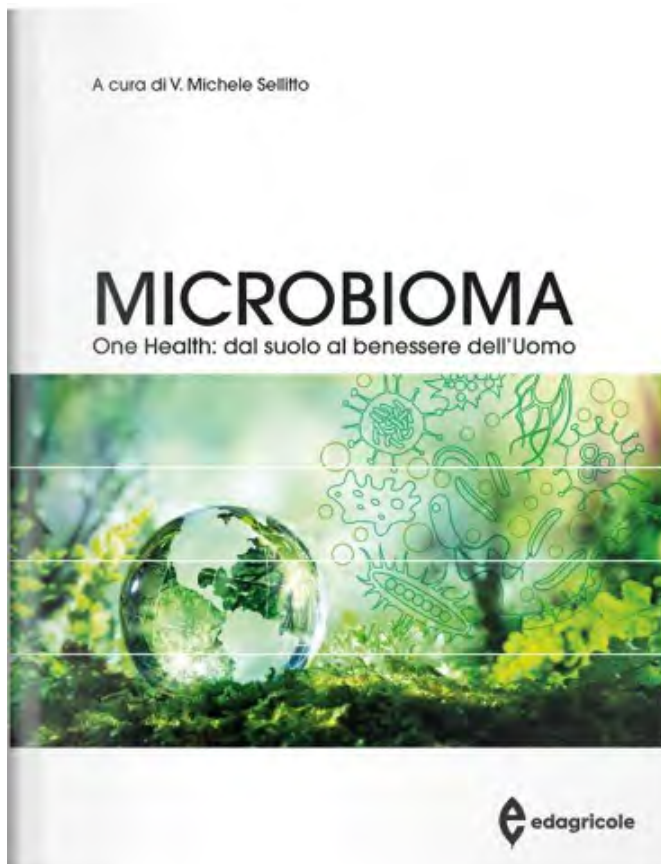


I recenti sviluppi nelle tecnologie di sequenziamento hanno dato una forte spinta allo studio della microbiologia del suolo, con nuove scoperte sul ruolo del microbioma in agricoltura. L'applicazione di queste tecnologie richiede competenze in bioinformatica.





**MICROBIOMA**



**Clicca QUI per  
ACQUISTARE il libro ONLINE**

**Clicca QUI per scoprire tutti i LIBRI  
del catalogo EDAGRICOLE**

**Clicca QUI per avere maggiori  
INFORMAZIONI**