



AI S M E
2020

Le scienze merceologiche nell'era 4.0

a cura di
Benedetta Esposito, Ornella Malandrino,
Maria Rosaria Sessa, Daniela Sica

**XXIX CONGRESSO NAZIONALE DI
SCIENZE MERCEOLOGICHE 2020**

Atti del Convegno
Salerno
13-14 Febbraio 2020

FrancoAngeli
OPEN ACCESS



ACCADEMIA
ITALIANA DI
SCIENZE
MERCEOLOGICHE



Il presente volume è pubblicato in open access, ossia il file dell'intero lavoro è liberamente scaricabile dalla piattaforma **FrancoAngeli Open Access** (<http://bit.ly/francoangeli-oa>).

FrancoAngeli Open Access è la piattaforma per pubblicare articoli e monografie, rispettando gli standard etici e qualitativi e la messa a disposizione dei contenuti ad accesso aperto. Oltre a garantire il deposito nei maggiori archivi e repository internazionali OA, la sua integrazione con tutto il ricco catalogo di riviste e collane FrancoAngeli massimizza la visibilità, favorisce facilità di ricerca per l'utente e possibilità di impatto per l'autore.

Per saperne di più:

http://www.francoangeli.it/come_publicare/publicare_19.asp

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: www.francoangeli.it e iscriversi nella home page al servizio "Informatemi" per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità.

Le scienze merceologiche nell'era 4.0

a cura di
Benedetta Esposito, Ornella Malandrino,
Maria Rosaria Sessa, Daniela Sica

**XXIX CONGRESSO NAZIONALE DI
SCIENZE MERCEOLOGICHE 2020**

Atti del Convegno
Salerno
13-14 Febbraio 2020

FrancoAngeli

OPEN  ACCESS

Copyright © 2020 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy. ISBN 9788835102007

Comitato scientifico

Riccardo Beltramo (Università di Torino)
Fabrizio D'ascenzo (Università Roma 1)
Benedetta Esposito (Università degli Studi di Salerno)
Giovanni La Gioia (Università degli Studi di Bari Aldo Moro)
Maria Claudia Lucchetti (Università Roma 3)
Ornella Malandrino (Università degli Studi Salerno)
Bruno Notarnicola (Università degli Studi di Bari Aldo Moro)
Maria Proto (Università degli Studi di Salerno)
Andrea Raggi (Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara)
Annalisa Romani (Università degli Studi di Firenze)
Alessandro Ruggieri (Università della Tuscia)
Roberta Salomone (Università degli Studi di Messina)
Maria Rosaria Sessa (Università degli Studi di Salerno)
Daniela Sica (Università degli Studi di Salerno)
Stefania Supino (Università Telematica San Raffaele Roma)

Comitato editoriale

Benedetta Esposito
Ornella Malandrino
Maria Rosaria Sessa
Daniela Sica

Copyright © 2020 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

Publicato con licenza *Creative Commons Attribuzione-Non Commerciale-Non opere derivate*
4.0 Internazionale (CC-BY-NC-ND 4.0)

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

Copyright © 2020 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy. ISBN 9788835102007

INDICE

Prefazione	pag.	11
1. I sistemi di gestione ambientale nell'industria alberghiera: una revisione sintetica della letteratura, di <i>Acampora A., Merli R., Lucchetti M.L.</i>	»	13
2. Pratiche di sostenibilità nel settore alberghiero: un'analisi delle barriere e dei drivers per l'implementazione, di <i>Acampora A., Merli R., Arcese G., Martucci O.</i>	»	21
3. ERP 4.0 per una corretta gestione dei rifiuti, di <i>Amendola C., Savastano M., Belcastro M., La Bella S.</i>	»	28
4. I semi di tabacco per la produzione di sustainable aviation fuel, di <i>Amicarelli V., Patruno A., Lagioia G., Bux C.</i>	»	36
5. Towards a definition of circular tourism: a literature review, di <i>Arzoumanidis I., Mancini E., Walker A. M., Petti L., Raggi A.</i>	»	44
6. Stakeholder involvement to improve accessibility in a protect natural area: a case study, di <i>Bianchi P., Cappelletti G. M., Sica E., Sisto R.</i>	»	53
7. Innovation potential assessment and business models creation in media convergence sector: evidences from i3 project, di <i>Bellini F., Dulskaiia I., D'Ascenzo F.</i>	»	62
8. La <i>stakeholder theory</i> applicata al turismo nel Canavese (Torino): risultati preliminari, di <i>Beltramo R., Peira G., Pasino G., Fabbri P.</i>	»	74
9. Diversità di genere e innovazione nei Paesi dei Balcani occidentali, di <i>Biscione A., Miccoli M. C.</i>	»	83
10. Analisi della percezione dei giovani consumatori sulla dicitura facoltativa prodotti di montagna, di <i>Bonadonna A., Peira G., Duglio S.</i>	»	90
11. Adjustments of premises for the processing of <i>Aloe vera</i> in Fifa (Jordan), according to international standards, di <i>Borsacchi L., Pinelli P.</i>	»	98
12. Medjool dates cultivation in Jericho: reorganisation of farmers' cooperative and implementation of QMS, di <i>Borsacchi L., Testi E., Pinelli P.</i>	»	105
13. New legislation on reclaimed water for agriculture: remarks and future scenarios of "circular cities", di <i>Borsacchi L., Brogi A., Fibbi D., Pinelli P.</i>	»	113

14. Re-use of buildings and spaces in a circular economy: innovative urban policies and tools, di <i>Borsacchi L., Barberis V., Pinelli P.</i>	pag. 121
15. Industry 4.0: how additive manufacturing affect quality management in the wood-furniture sector, di <i>Bravi L., Murmura F., Liberatore L.</i>	» 130
16. Le eco-birre in Italia: tecnologie emergenti e startup innovative, di <i>Campana P., Proietti L., Tarola A.</i>	» 139
17. Foglie d'olivo: analisi cromatografica del profilo fenolico e analisi qualitativa dei gruppi funzionali tramite FTIR-ATR, di <i>Campo M., Durazzo A., Lucarini M., Santini A., Franconi F., Romani A.</i>	» 153
18. Water footprint della Granella® da scorie di acciaieria, di <i>Contardo L., Piani L., Masotti P., Bogoni P.</i>	» 161
19. Search engines: definition and state of art, di <i>Carelli A., Papetti P.</i>	» 170
20. Search engines: operation and optimization, di <i>Carelli A., Papetti P.</i>	» 178
21. Production planning and control in the industry 4.0 era, di <i>Carvello R., Nastasia M., Nota F. D., Nota G.</i>	» 186
22. Environmental performance of fresh-cut salad: water and carbon footprinting, di <i>Cappelletti G. M., Nicoletti G. M., Russo C., Spalatro M.</i>	» 196
23. Good practices regarding sustainability in the universities: the cases of University of Foggia and Cracow University of economics, di <i>Cappelletti G. M., Nitkiewicz T.</i>	» 205
24. Strumenti di scelta sostenibili: il Morningstar Sustainability Rating, di <i>Cerrone R., Sica N., Tortora F.</i>	» 217
25. Storia di un'eccellenza salernitana. La sartoria Bignardi dalle origini a oggi, di <i>Cicatiello C.</i>	» 223
26. Cities as circularity ecosystems: smartness indicators and industrial ecology methods for measuring transition towards smart circular economy, di <i>D'Amico G., Ioppolo G.</i>	» 232
27. Le imprese italiane e il paradigma "industria 4.0": uno studio statistico sull'utilizzo di strumenti informatici avanzati, di <i>D'Amore R., Garofalo M. R., Iorio R.</i>	» 242
28. An assessment of the social performance of an Italian wine-producing consortium: testing social organisational life cycle assessment, di <i>D'Eusanio M., Tragnone B. M., Petti L.</i>	» 263
29. Il consumo di acqua imbottigliata nella prospettiva dell'economia circolare: il caso Salento (Sud Italia), di <i>De Leo F., Coluccia B., Gambino I.</i>	» 272
30. Italian protect natural areas registred under Emas: role of interested parties, di <i>Di Noia A. E., Nicoletti G. M., Cappelletti G. M.</i>	» 281
31. L'economia circolare e la valorizzazione degli avanzi nella ristorazione in Italia, di <i>Esposito B., Malandrino O., Sessa M. R., Sica D.</i>	» 289
32. L'utilizzo di sensoristica per la gestione dei dati nelle industrie. Il contributo dello Scatol8® al life cycle inventory in un caso concreto (parte prima), di <i>Evola R. S., Ingrao C., Cantore P., Togliatti S., Vesce E., Beltramo R.</i>	» 297

33. L'utilizzo di sensoristica per la gestione dei dati nelle industrie. Il contributo dello Scatol8® al life cycle inventory in un caso concreto (parte seconda), di <i>Evola R. S., Ingrao C., Cantore P., Togliatti S., Vesce E., Beltramo R.</i>	pag. 307
34. The birth of a new sustainability label: "Filiera Solidale PEFC – VAIA 2018 – Insieme si può", di <i>Geatti P., Novelli V., Marangon F., Troiano S.</i>	» 317
35. Characterization of whole-wheat pasta by product or process markers approach: a brief review, di <i>Giannetti V., Boccacci Mariani M., Livi G.</i>	» 325
36. Valorisation of grappa Gi: new approaches for the protection of made in Italy, di <i>Giannetti V., Boccacci Mariani M., Torrelli P., Marini F.</i>	» 335
37. Correlazione tra inquinamento atmosferico da benzene e produzione di acciaio nella città di Taranto, di <i>Giungato P., Basurto V., Rana R. L., Tricase C.</i>	» 344
38. Quali-quantitative analyses of flavonoids and aroma compounds in different tissues of lotus (<i>Nelumbo nucifera</i>), di <i>Ieri F., Vignolini P., Giannini E., Romani A.</i>	» 352
39. Green bay project - an opportunity to improve the quality of life in Europe, di <i>Jalmuzna I., Romani A., Fiume P., Sekieta M., Pasini M.</i>	» 361
40. Presenza di alcani nell'olio essenziale di <i>Cannabis sativa</i> L. cv. Codimono, di <i>Lanuzza F., Mondello F., Saija G., Galati E.M.</i>	» 380
41. Accoppiamento on-line LC-GC nella determinazione degli steroli nell'olio di semi di <i>Cannabis sativa</i> L. cv. Codimono, di <i>Lanuzza F., Mondello F., Saija G., Primerano P., Galati E.M.</i>	» 388
42. Measuring circular economy at the micro level: is the social dimension included?, di <i>Lindgreen E. R., Salomone R., Reyes T.</i>	» 396
43. Qualità e sicurezza dei prodotti alimentari. Applicazione di nuove metodiche d'indagine: sensori multiparametrici, di <i>Maddaloni L., Ruggieri R., Santonico M., Vinci G.</i>	» 404
44. Analysis of the principal factors limiting the widespread adoption of smart farming technologies in Sardinia, di <i>Manca G., Galante A.</i>	» 413
45. La sostenibilità nel comparto turistico: il caso "Parco nazionale delle Cinque Terre", di <i>Martucci O., Arcese G., Acampora A., Montauti C.</i>	» 421
46. Inventari regionalizzati italiani per il grano duro, di <i>Masini S., Tassielli G., Notarnicola B., Renzulli P.A.</i>	» 429
47. Sostenibilità degli attuali strumenti di pagamento: aspetti tecnici e ambientali, di <i>Massari S., Pastore S., Ruberti M.</i>	» 436
48. L'approccio di ciclo di vita nei sistemi di gestione ambientale, di <i>Mazzi A., Scipioni A.</i>	» 446
49. Measuring circular economy at company level: the role of life cycle assessment, di <i>Mondello G., Salomone R., Lindgreen E. R.</i>	» 455

50. Stato dell'arte della simbiosi industriale in Europa: tipologie di network e modelli di cooperazione, di <i>Montauti C., Lucchetti M. C., Martucci O.</i>	pag.	464
51. Modellistica previsionale del biogas di discarica di rifiuti solidi urbani: proposta di un modello semplificato, di <i>Notarnicola B., Tassielli G., Renzulli P. A., Di Capua R.</i>	»	471
52. La complessità e le prospettive di innovazione 4.0 in sanità: la condizione di fragilità, di <i>Notaro F., Piscopo G., Adinolfi P.</i>	»	480
53. Nitrate content in wild rocket cultivated in the province of Udine (Northern Italy) by employing different growing techniques, di <i>Novelli V., Geatti P., Cecon L., Dalla Costa L., Cecone S., Della Donna E., Cattivello C., Vicentini L.</i>	»	490
54. Steel production and sustainability, di <i>Novelli V., Geatti P., D'Odorico A.</i>	»	498
55. I GRI come indicatori di performance ambientale nel settore crocieristico, di <i>Paiano A., Crovella T., Pontrandolfo A., Gallucci T.</i>	»	507
56. La gamification nell'industria del turismo: una revisione sistematica della letteratura, di <i>Pasca M. G., Renzi M. F., Guglielmetti Mugion R., Toni M., Di Pietro L., Ungaro V.</i>	»	515
57. Industry 4.0, start-up e spin-off universitari: una revisione sistematica della letteratura negli studi manageriali, di <i>Piccarozzi M., Aquilani B.</i>	»	525
58. Safety and quality uncertainties in food import and consumption: the case of Singapore, di <i>Pinelli P., Ferroni I., Borsacchi L.</i>	»	535
59. A bio-district for circular economy, di <i>Poponi S., Mosconi E. M., Pacchera F.</i>	»	543
60. Localization for academic spin-off: a driver for the innovative performance, di <i>Poponi S., Arcese G., Ruggieri A., Piovesan G., Pacchera F.</i>	»	552
61. Dall'analisi importance-performance alla teoria three-factor nella ricerca sul turismo (parte prima), di <i>Preziosi M., Acampora A., Merli R.</i>	»	562
62. Dall'analisi importance-performance alla teoria three-factor nella ricerca sul turismo (parte seconda), di <i>Preziosi M., Acampora A., Merli R.</i>	»	570
63. Algoritmi per l'analisi predittiva dei malfunzionamenti di macchine industriali, di <i>Postiglione A.</i>	»	577
64. Sostenibilità della produzione nel settore vitivinicolo, di <i>Preti R., Tarola A. M.</i>	»	586
65. Alimentazione e sostenibilità: la carbon footprint di una tazzina di caffè, di <i>Rana R. L., Giungato P., Tricase C.</i>	»	595
66. Canapa industriale e sostenibilità: un approccio life cycle thinking, di <i>Rapa M., Ciano S., Ruggieri R., Gobbi L., Vinci G.</i>	»	603
67. Additive manufacturing: an immense opportunity or a new production and marketing trend?, di <i>Rocchi A., Disca S.</i>	»	613

68. Plastic no problem: production of eco-oils, eco-fuel, eco-char and green energy from plastic waste, di <i>Romani A., Pasini M., Masci C., Ciani Scarnicci M., Jalmuzna I., Campo M.</i>	pag. 622
69. Cioccolato italiano: principali indicatori di qualità e percezione dei consumatori, di <i>Ruggieri R., D'Ascenzo F., Gobbi L., Maddaloni L., Ruggeri M., Vieri S., Vinci G.</i>	» 629
70. Closing the loop: circular economy and BS8001 as value chain optimization tools for SME's, di <i>Ruggieri A., Mosconi E. M., Poponi S., Fortunati S.</i>	» 639
71. Rilocalizzazione di attività produttive su un territorio. Analisi preliminare di sostenibilità di una filiera lana-carne ovina, di <i>Sanua M., Simboli A., Taddeo R.</i>	» 647
72. Alcuni aspetti del ruolo dei claim ambientali/etici nell'attuazione del "green deal" europeo, di <i>Saija G., Lanuzza F., Saija F.</i>	» 657
73. To green or not to green: an evaluation of the influence of hotel green practices on guests satisfaction, di <i>Savastano M., Belcastro M., Amendola C.</i>	» 665
74. "Impronta digitale" come strumento di gestione per la qualità del vino: applicabilità sul Negroamaro, di <i>Serio F., De Leo F., Idolo A., Girelli C. R., De Donno A., Fanizzi F. P.</i>	» 675
75. Un nuovo paradigma ecologico: la proposta di papa Francesco per un'economia sostenibile, di <i>Serpe V.</i>	» 684
76. The implementation of "Apea" through economic evaluation model, di <i>Sessa M. R., Sica D., Esposito B., Malandrino O., De Falco M.</i>	» 691
77. Il contributo alla sostenibilità della filiera del biogas in Italia, di <i>Sica D., Sessa M. R., Esposito B., Malandrino O., Supino S., Martucci O.</i>	» 702
78. Corporate social responsibility and millennial generations, di <i>Silvestri C., Ruggieri A., Poponi S.</i>	» 713
79. Frazioni naturali sostenibili come antiossidanti, antimicrobici e biocidi in agricoltura green, di <i>Simone G., Campo M., Bernini R., Romani A.</i>	» 730
80. Environmental label: a survey, di <i>Spalatro M., Cappelletti G. M., Malandrino O.</i>	» 739
81. Pine nuts production in the shouf biosphere reserve: quality and market perspectives, di <i>Tacconi D., Pinelli P., Borsacchi L.</i>	» 747
82. La relazione tra strumenti di miglioramento e innovazione. Una verifica nel settore produttivo jonico, di <i>Tacente A., Tassielli G., Renzulli P. A., Di Capua R.</i>	» 754
83. L'evoluzione dei claim per la promozione dei prodotti alimentari: una content analysis su 2 riviste di genere maschile, di <i>Tarabella A., Apicella A.</i>	» 762
84. Approccio ampliato alla sostenibilità sociale in ambito sanitario. Le opportunità della digital health, di <i>Testa M., Lo Presti L., Marino V., Singer P.</i>	» 773

85. Valutazione ambientale del pretrattamento di rifiuti in polietilene da attività agricole, di <i>Toniolo S., Trevisanello C.</i>	pag.	787
86. I criteri end-of-waste da risorsa ad ostacolo all'economia circolare: breve panoramica del contesto normativo nazionale, di <i>Tragnone B. M., Petti L.</i>	»	795
87. Valutazione degli aspetti sociali e socioeconomici di un prodotto tipico, di <i>Tragnone B. M., Pelino M., D'Eusanio M., Di Santo C., Petti L.</i>	»	804
88. Produzione innovativa di una linea bakery a base di estratti antiossidanti naturali per l'aumento della shelf-life, di <i>Urciuoli S., Cassiani C., Vita C., Ieri F., Romani A.</i>	»	814
89. Caratterizzazione e nuove formulazioni per terapie a carattere sociale di <i>Crocus sativus L.</i> tracciato territoriale, di <i>Vignolini P., Vita C., Urciuoli S., Bettiga A., Di Marco F., Vago R., Trevisani F., Romani A.</i>	»	822
90. Olio extra vergine di oliva e certificazioni ambientali: caso studio della regione Lazio, di <i>Vinci G., Rapa M., Gobbi L.</i>	»	829
91. Industry 4.0 oggi, industry 5.0 domani?, di <i>Vinci G., Ruggieri M., Ruggieri R.</i>	»	839
92. Insicurezza alimentare e studenti universitari: una revisione sistematica della letteratura, di <i>Zahan M., Varese E., Lo Giudice A., Bonadonna A.</i>	»	846
93. Environmental assessment of an industrial solution for the use of waste materials: comparative life cycle assessment applied to a commercial product based on iron oxides, di <i>Zuliani F., Manzardo A., Marson A.</i>	»	854
94. Le nuove tecnologie dell'industria 4.0 nel settore agroalimentare: esempi e applicazioni, di <i>Ruggieri R., Ruggieri M., Vinci G.</i>	»	863

PREFAZIONE

Nell'attuale scenario economico si è affermata l'esigenza di orientare i sistemi di produzione e gli stili di consumo verso nuovi modelli virtuosi di gestione in cui l'innovazione, la qualità e la sostenibilità rappresentano elementi fondanti per la creazione di strategie sapienti e lungimiranti, capaci di creare un valore sociale per tutti gli attori della "rete della vita".

Tale sfida rappresenta un tema ampiamente dibattuto nell'ambito dell'Accademia delle Scienze Merceologiche e, in particolare, durante il XXIX Congresso Nazionale di Scienze Merceologiche, dove sono stati coniugati contributi teorici con esperienze pratiche in un'ottica di valorizzazione delle conoscenze.

Il Congresso ha rappresentato un'occasione di confronto, di condivisione e di approfondimento di percorsi di sviluppo su tematiche fortemente focalizzate sui seguenti aspetti:

- "INDUSTRIA 4.0", analizzata attraverso i binomi di "innovazione e imprenditorialità", "innovazione, start-up e spin-off", "tecnologia e innovazione gestionale", "ricerca e trasferimento tecnologico";
- "QUALITÀ 4.0", intesa come qualità di sistema e di prodotto e sistemi di gestione per la qualità;
- "SOSTENIBILITÀ E CORPORATE SOCIAL RESPONSABILITY", che prende in esame l'analisi del ciclo di vita, i sistemi di gestione per l'ambiente, i metodi e gli strumenti di ecologia industriale, fino al concetto di economia circolare e gli impatti sociali dell'attività aziendale.

Alla base di tutti i lavori vi è l'obiettivo prioritario di ricerca delle Scienze Merceologiche, ovvero il fenomeno della produzione di merci, nell'*iter* che va dallo studio, analisi e valutazione delle risorse alle tecnologie di produzione e di trasformazione, con le conseguenti implicazioni sulla qualità e sull'ambiente, ivi inclusi i sistemi di gestione e certificazione ambientale. Tale approccio è riscontrabile in ogni singolo contributo presentato al Convegno "Le Scienze Merceologiche nell'era 4.0" ed è opportunamente contestualizzato nell'attuale società.

Gli oltre novanta contributi, presenti nel volume, sono caratterizzati da metodologie di ricerca particolarmente innovative e spunti di riflessione molto importanti. In particolare, i lavori in alcuni casi rappresentano un ampio e articolato *background*, utile come base conoscitiva di future attività di ricerca e vanno da disamine della letteratura scientifica ad analisi dettagliate dell'evoluzione di alcuni settori di produzione. In altri casi, sono invece oggetto dei lavori tematiche particolarmente innovative, quali le nuove frontiere della metodologia *Life Cycle Assessment*, soprattutto in chiave *social*.

La crisi da epidemia, esplosa a conclusione del Convegno, ha ulteriormente acceso i riflettori sugli aspetti connessi alla sostenibilità e agli obiettivi raccolti nell'Agenda 2030, rispetto ai quali il nostro Paese si pone tra i principali attori. In tale ambito, gli interventi da suggerire potrebbero riguardare le differenti tematiche ampiamente presenti nei contributi e che sono riconducibili all'efficienza energetica, all'efficacia e efficienza distributiva, attraverso la tracciabilità dei prodotti, e ancora la conversione *green* con la riduzione degli imballaggi, l'ottimizzazione dei flussi logistici, la sensibilizzazione del consumatore verso forme di consumo 'sostenibile' attraverso la diffusione della consapevolezza del valore dei prodotti 'circolari' e, infine, l'economia circolare e l'estensione del ciclo di vita dei prodotti e la riduzione degli scarti in una prospettiva di ecosostenibilità dei processi. Sotto quest'ultimo profilo si deve sviluppare, in modo particolare, il tema dell'innovazione nella progettazione dei prodotti e dei processi. Si deve incrementare l'efficienza nell'uso delle risorse (materie prime, prodotti intermedi e prodotti finali), incentivando la diffusione e la condivisione nelle imprese sulla possibilità di riutilizzo degli scarti di lavorazione (ad esempio *upcycling*) lungo l'intera filiera di produzione. Occorre rafforzare il coinvolgimento dei cittadini e la sensibilizzazione dei consumatori, ovvero formare il consumatore 'sostenibile', che sappia riconoscere e apprezzare i prodotti 'circolari'. È necessario affrontare e risolvere in modo definitivo la questione dei rifiuti, per cui occorre un cambiamento radicale, culturale, normativo e tecnologico, che coinvolga le istituzioni, i cittadini e le imprese. In particolare, occorre diffondere tecnologie innovative già oggi disponibili e individuate come "industria 4.0". Particolare attenzione in tema di rifiuti va prestata, anche con riferimento agli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile SDGs, alla gestione delle perdite e degli scarti della filiera agroalimentare *Food Losses and Waste* la cui riduzione e minimizzazione può sicuramente contribuire alla definizione di modelli di produzione e consumo "sostenibili".

Alla luce degli importanti contributi raccolti nel presente volume, ringrazio gli autori per l'impegno profuso nel trattare tematiche di grande attualità.

53. NITRATE CONTENT IN WILD ROCKET CULTIVATED IN THE PROVINCE OF UDINE (NORTHERN ITALY) BY EMPLOYING DIFFERENT GROWING TECHNIQUES

by *V. Novelli*^a, *P. Geatti*^a, *L. Ceccon*^a, *L. Dalla Costa*^b, *S. Ceccone*^c,
E. Della Donna^c, *C. Cattivello*^d, *L. Vicentini*^d

^a Dipartimento di Scienze Economiche e Statistiche, Università di Udine, Via Tomadini 30/A, 33100 Udine, Italy, phone +39 0432 249335

veronica.novelli@uniud.it

paola.geatti@uniud.it

luciano.ceccon@uniud.it

^b Dipartimento di Scienze AgroAlimentari, Ambientali e Animali, Università di Udine, Via delle Scienze 206, 33100 Udine, Italy, phone +39 0432 558615

luisa.dallacosta@uniud.it

^c ARPA Friuli-Venezia Giulia, Dipartimento di Pordenone, Via delle Acque 28, 33170 Pordenone, Italy, phone +39 0432 1918189

e-mail sandro.ceccone@arpa.fvg.it

elena.delladonna@arpa.fvg.it

^d ERSA Friuli-Venezia Giulia, Via Sabbatini 5, 33050 Pozzuolo del Friuli (Udine), Italy, phone +39 0432 529241

costantino.cattivello@ersa.fvg.it

lidia.vicentini@ersa.fvg.it

Abstract

Known data related to nitrate levels in wild rocket can hardly be compared. In fact, results may be influenced by a large number of parameters (temperature, luminosity, types and amounts of fertilizers and/or manure employed in soils, characteristics and composition of irrigation water and/or of nutritive solutions used for hydroponic growing, variety of vegetable grown, etc.). All these parameters play an important role as far as plant metabolism is concerned, and therefore may significantly influence nitrate accumulation. Our research was carried on by limiting as much as possible variability parameters as climatic conditions, luminosity, genetic factors. Wild rocket was cultivated for two consecutive years in four farms of the province of Udine (Northern Italy) operating with different growing techniques (namely, conventional, organic, biodynamic and hydroponic techniques). Nitrate levels were determined in the product ready for commercialization obtained from spring, summer and autumn cultivations, in order to minimize the influence of the growing period. The hydroponic system showed the highest nitrate values,

sometimes higher than current legislation limits. In the case of conventional, organic and biodynamic methods, nitrate values were always far below current legislation limits.

Keywords: wild rocket, nitrates, hydroponics, conventional agriculture, organic agriculture, biodynamic agriculture.

Introduction

To satisfy the growing demand of food products, modern agriculture is based on cultivation systems allowing to maximize yields and at the same time to reduce production costs and to limit negative impacts on both environment and consumers' health, in accordance with current legislations. Fruits and vegetables can accumulate high concentrations of nitrates if they have at their disposal excessive amounts of fertilizers and/or manure, or of nutrients present in the hydroponics solution (Greenwood and Hunt 1986; Nicola et al. 2005). For this reason, vegetables constitute the main source of nitrates we assume with food (Coronel et al. 2009). While for many authors the presence of nitrates in vegetables represents a problem for human health (Greenwood and Hunt 1986; Santamaria 1997; Nicola et al. 2005), more recently, these conclusions have been criticized by some authors who assigned positive effects towards human health to nitrates (Archer 2002; Weitzberg and Lundberg 2013). According to many scientific studies, the highest levels of nitrates in the same type of cultivation are relative to conventional systems, which use inorganic fertilizers (Lairon et al. 1981; Pavlou et al. 2007), even if different results were obtained by other authors (Lo Coco et al. 1997; De Martin and Restani 2003). The purpose of this work is to compare nitrate levels in wild rocket (*Diplotaxis tenuifolia*), ready for commercialization, obtained in a restricted area of the province of Udine (Northern Italy) by employing the different agricultural techniques more frequently used by the producers of the territory, namely, conventional, organic, biodynamic and hydroponic techniques.

1. Materials and Methods

Farms Considered

Four farms located in a limited area of the province of Udine (Friuli-Venezia Giulia region, Italy) were taken into examination. The four farms employed conventional, organic, biodynamic and hydroponic methods of

production, respectively. Rocket cultivation was carried out within greenhouses in all the farms; all greenhouses employed in the four farms had no heating system and were equipped with the same type of roofing. Shading interventions were carried out by the hydroponic farm during summer and autumn, and by the organic farm during summer of both years. The authors are in possession of information about greenhouse areas, seeding, fertilizer, herbicide, fungicide uses.

Preparation of Soils and Nutritive Solutions

Before seeding, soils were tilled to a 30 cm depth in comparable ways in all cases, by mechanical ploughing in the conventional and organic farms, and by hand spading in the biodynamic farm. Hydroponic production was carried on with usual floating system procedures: the seeds were sowed on polystyrene (PS) panels, the panels were kept in a germination chamber for 3 days, and then transferred to the growth basin.

Sampling

Rocket samples (about 300-350 g each) were taken in all cases at the same hour (8:30 a.m.), under similar atmospheric conditions (sunny days) and with modalities analogous to those employed by the farmers for the usual commercialization of their products. Three samples were collected from three different areas of the central flower-beds of the greenhouses, corresponding to a total amount of about 900-1,200 g, in the cases of the conventional, organic and biodynamic farms. Three samples were collected from three different PS panels in the case of the hydroponic farm. Samples were placed in clean polyethylene bags and then in plastic coolers for transport to the laboratory.

2. Analytical Determinations

a) Soils, nutritive solutions, water employed for irrigation

Determinations on soil samples (pH, conductivity, C, N, C/N ratio, P, K, ammonium, nitrate) were carried out in accordance with Italian official methods of analysis (Ministerial Decree of 13 September 1999). pH, conductivity, phosphate, sulphate, K, ammonium and nitrate determinations in nutritive solutions were carried out in accordance with the methods reported in APAT-IRSA/CNR handbook 29/2003 (ISPRA, 2003). Nitrate determinations in water employed for irrigation by the conventional, organic and biodynamic farms were carried out in accordance with the methods reported in APAT-IRSA/CNR handbook 29/2003 (ISPRA, 2003).

b) Nitrate determination in rocket

Sample processing

Just after harvesting, each of the three samples collected for each production cycle was cleaned, washed three times with tap water and dried with a manual kitchen centrifuge. About 25 g were exactly weighed and freeze-dried. About 0.4 g of the freeze-dried material were added with 200 mL of deionized water and then homogenized for 10 min in an OmniMixer apparatus. The obtained solution was filtered on filter paper; the first 10 mL were discarded. A 5-mL volume of the filtrate was passed through a 3-mL LC18 column, previously activated with 2 mL of methanol and 2 mL of water, to retain the coloured pigments. The last 3 mL eluted were collected for the subsequent determination; a dilution of the aqueous eluate was carried out in case of need. Each aqueous eluate was injected twice into the ion chromatographic system.

Ion Chromatography

A Dionex 2010 ion chromatograph, equipped with an auto-sampler, an integrator and a conductometric detector, was used. An AS4A stainless-steel column (250 x 4 mm I.D.) and a G4A pre-column (50 x 4 mm I.D.) were employed. Analyses were carried out at room temperature with a 1:1 (v/v) 0.0019 M Na₂CO₃-0.00085 M NaHCO₃ mixture as the eluent, at a flow rate of 2 mL/min. 0.040 M H₂SO₄ as the regenerant and a fibre suppressor were used; the injected volume was 50 µL. A calibration curve was employed to obtain the nitrate concentration from the area of the chromatographic peak.

Determination of Recoveries

Nitrate content was preliminarily determined in a rocket sample by carrying out the whole described procedure. An exactly weighed amount of sodium nitrate was then added to about 0.4 g of the freeze-dried material obtained by the same rocket sample, and the described procedure was completed. A 102% recovery was obtained by applying the formula

$$\text{Recovery (\%)} = \frac{\text{amount found}}{\text{amount added} + \text{amount originally present}} \times 100$$

Reproducibility

Reproducibility was evaluated by carrying out the determination three times on the same rocket sample; each aqueous eluate was injected twice into the ion chromatographic system. The average nitrate concentration was 6500

mg/kg, with a standard deviation of 224 mg/kg and a relative standard deviation of 3.4%.

Temperature and Relative Humidity Recording

Soil and nutritive solution temperatures, air temperatures and relative humidity were measured inside the greenhouses and the values recorded from the first spring seeding to the autumn product harvesting dates. The authors are in possession of the relative data.

Luminosity Determinations

Luminosity determinations were carried out by employing a Sunfleck Ceptometer instrument (Decagon, Pullman, WA, USA). The authors are in possession of the data.

Statistical Analysis

Data were analysed by using one-way analysis of variance (ANOVA) and a Tukey post-hoc pairwise comparison analysis to assess which pairs of the factor levels were significantly different from each other, by utilizing the version 3.4.4 of the R software. The authors are in possession of the statistical analysis.

3. Results and Discussion

It is well known that nitrate level in rocket is influenced by several parameters; some of them contribute to increase and some others to decrease nitrate level. The main parameters that can play a role are amounts and types of fertilizers and/or amenders employed, climatic conditions (atmospheric humidity, air temperature, luminosity), genetic factors of the plant, maturation stage, growing period of the year (Santamaria et al. 2001; Guadagnin et al. 2005). Therefore, the aim of this paper was to limit the variability of some parameters as much as possible, to have a more precise idea of the influence that can be wielded by the different growing techniques. The four farms that took part in the investigation were located in a rather restricted area, with a maximum distance of 20 km one from another. However, the specific techniques adopted in the four farms were not optimized: the producers continued to work in line with the production habits usually adopted, as the aim of the research was to obtain results showing the productive situation of the territory, as well. Some operational parameters were agreed (a single batch of seeds was used by all the four farms during both years of production to

minimize the influence of the genetic factors; the seeding days were agreed for spring, summer and autumn cultivations of both years to minimize the influence of the growing period of the year). On the contrary, rocket was harvested in different days, when the product was ready for commercialization. For reasons of homogeneity, only the first reaping was harvested and analyzed in all the four farms for the aims of the present investigation. Measurements of the values of air temperature and relative humidity allowed to monitor the situation of the four farms considered. Analytical determinations on soils of the conventional, organic and biodynamic farms, on the nutritive solution utilized by the hydroponic farm and nitrate content (mg/L) in water employed for irrigation by the conventional, organic and biodynamic farms, have been assessed. The authors are in possession of these data. The results relative to nitrate content detected in rocket are shown in Table 1.

Tab. 1 – Nitrate content (mg/kg fresh weight) detected in wild rocket obtained by different farming methods during the two years of investigation (average values \pm standard deviations)

Farming method	Conventional	Organic	Biodynamic	Hydroponic
2012				
Spring	1459 \pm 296	2725 \pm 241	1182 \pm 578	4897 \pm 240
Summer	2777 \pm 702	2244 \pm 179	3370 \pm 196	7677 \pm 134
Autumn	4476 \pm 434	2440 \pm 220	2003 \pm 266	6479 \pm 309
2013				
Spring	3298 \pm 276	3609 \pm 929	1964 \pm 797	6861 \pm 348
Summer	2380 \pm 550	4443 \pm 287	3551 \pm 550	6095 \pm 423
Autumn	3366 \pm 266	3666 \pm 376	2192 \pm 737	6872 \pm 353

Several Authors put in light that nitrate level is usually higher in winter than in summer, since it is inversely linked to temperature and luminosity (Blom-Zandstra et al. 1988; Pussemier et al. 2006; Burns et al. 2011). In our case, this situation occurred for conventional rocket obtained in 2012 and 2013, for organic rocket obtained in 2012 and for hydroponic rocket obtained in 2013. With regard to these observations, it can be highlighted that luminosity variations were very small inside the greenhouses employed in the four farms, as the roofing material was the same and the age of the sheets was very similar in all cases, as well. However, the shading interventions carried out by the both hydroponic and organic farms led to a notable reduction of luminosity, which clearly had a direct effect on nitrate level. It can be supposed that nitrate values would have been lower in the absence of these shading interventions (Laurie and Stewart 1993; Fontana and Nicola 2009).

The hydroponic system showed the highest nitrate values, sometimes higher than current legislation limits (European Union, 2011).

Conclusions

Obtained results highlighted that hydroponic rocket systematically showed the highest nitrate values, sometimes higher than current legislation limits. Probably, lower nitrate values could be obtained by the hydroponic farm if appropriate arrangements would be adopted, for example seasonal modifications of the nutritive solution composition and transfer of the PS panels to a water basin a few days before product harvesting. In the case of conventional, organic and biodynamic methods, nitrate values do not allow to identify the cultivation approach ensuring the best performance. Biodynamic rocket showed the lowest nitrate values both in spring and in autumn of both years considered, but differences were not statistically significant with respect to the other two farming systems. Anyway, nitrate concentrations in rocket were always far below current legislation limits.

References

- Archer, D.L. Evidence that Ingested Nitrate and Nitrite Are Beneficial to Health. *Journal of Food Protection*, 2002, 65(5), 872-875.
- Blom-Zandstra, M.; Lampe, J.E.-M.; Ammerlaan, F.H.M. C and N utilization of two lettuce genotypes during growth under non-varying light conditions and changing the light intensity. *Physiologia Plantarum*, 1988, 74, 147-153.
- Burns, I.G.; Zhang, K.; Turner M.K.; Meacham, M.; Al-Redhiman, K.; Lynn, J.; Broadley, M.R.; Hand, P.; Pink, D. Screening for genotype and environment effects on nitrate accumulation in 24 species of young lettuce. *Journal of the Science and Food and Agriculture*, 2011, 91, 553-562.
- Coronel, G.; Chang, M.; Rodriguez-Delfin, A. Nitrate Reductase Activity and Chlorophyll Content in Lettuce Plants Grown Hydroponically and Organically. *Acta Horticulturae*, 2009, 843, 137-144.
- De Martin, S.; Restani, P. Determination of nitrates by a novel ion chromatographic method: occurrence in leafy vegetables (organic and conventional) and exposure assessment for Italian consumers. *Food Additives and Contaminants*, 2003, 20(9), 787-792.
- European Union. Commission Regulation (EC) No. 1258/2011 of 2 December 2011 amending Regulation (EC) No. 1881/2006 as regards maximum levels for nitrates in foodstuffs.
- Fontana, E.; Nicola, S. Traditional and soilless culture systems to produce corn salad (*Valerianella olitoria* L.) and rocket (*Eruca sativa* Mill.) with low nitrate content. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 2009, 7(2), 405-410.
- Greenwood, D.J.; Hunt, J. Effect of nitrogen fertiliser on the nitrate contents of field vegetables grown in Britain. *Journal of the Science and Food and Agriculture*, 1986, 37(4): 373-383.

- Guadagnin, S.G.; Rath, S.; Reyes, F.G.R. Evaluation of the nitrate content in leaf vegetables produced through different agricultural systems. *Food Additives and Contaminants*, 2005, 22(12), 1203-1208.
- ISPRA. APAT-IRSA/CNR. *Metodi analitici per le acque* 29/2003.
- Lairon, D.; Ribaud, P.; Leonardi, J.; Lafout, H.; Gaudin, G.; Reyner, M. Analysis of vegetables produced by orthodox and biological methods: some preliminary results. In: Stonehouse B, editor. *Biological Husbandry: A scientific approach to organic farming*. 1981, 1st Edition. London: Butterworths; p.p. 327-328.
- Laurie, S.; Stewart, GR. Effects of nitrogen supply and high temperature on the growth and physiology of the chickpea. *Plant, Cell and Environment*, 1993, 16, 609-621.
- Lo Coco, F.; Carniel, A.; Novelli, V.; Ceccon, L. Nitrate and nitrite content of some vegetables farmed by both conventional and organic methods. In *Proceedings of the Euro Food Chem IX, Authenticity and adulteration of food-the analytical approach*, Interlaken, Switzerland, September 24-26; Swiss Society of Food and Environment: 1997.
- Ministerial Decree of 13 September 1999. Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo". *Official Gazette of the Republic of Italy, General Series No. 248 of 21 October 1999, Ordinary Supplement No. 185*.
- Nicola, S.; Hoeberechts, J.; Fontana, E. Comparison between traditional and soilless culture systems to produce rocket (*Eruca sativa*) with low nitrate content. *Acta Horticulturae*, 2005, 697, 549-555.
- Pavlou, G.C.; Ehaliotis, C.D.; Kawadias, V.A. Effect of organic and inorganic fertilizers applied during successive crop seasons on growth and nitrate accumulation in lettuce. *Scientia Horticulturae*, 2007, 111, 319-325.
- Pussemier, L.; Larondelle, Y.; Van Peteghem, C.; Huyghebaert, A. Chemical safety of conventionally and organically produced foodstuffs: a tentative comparison under Belgian conditions. *Food Control*, 2006, 17, 14-21.
- Santamaria, P. Contributo degli ortaggi all'assunzione giornaliera di nitrato, nitrito e nitrosamine. *Industrie Alimentari*, 1997, 36(364), 1329-1334.
- Santamaria, P.; Elia, A.; Gonella, M.; Parente, A.; Serio, F. Ways of reducing rocket salad nitrate content. *Acta Horticulturae*, 2001, 548, 529-537.
- Weitzberg, E.; Lundberg, J.O. Novel Aspects of Dietary Nitrate and Human Health. *Annual Review of Nutrition*, 2013, 33, 129-159.