

Valorització d'excedents hortícoles ecològics

Producció de suc i cremes amb alt valor funcional

Valorisation of organic agricultural surpluses

Producing juices and purées of high functional value



ALBERT RIBAS-AGUSTÍ, ANNA JOFRÉ I SARA BOVER-CID

Programa de Funcionalitat i Seguretat Alimentàries, Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). Finca Camps i Armet s/n, Monells.

RESUM: El fort creixement en l'oferta i la demanda de productes de l'agricultura ecològica posa en relleu la necessitat de les empreses del sector de ser innovadores i d'oferir productes sostenibles i competitius per assolir un bon posicionament en el mercat. En aquest context, la transformació dels excedents hortícoles en suc i cremes permet un millor aprofitament dels recursos i una reducció en la generació de residus. D'altra banda, el tractament dels suc i les cremes per altes pressions permet obtenir productes segurs, amb una vida útil més llarga i que conserven les propietats organolèptiques i el valor funcional, de manera que s'obtenen productes amb alt valor afegit. Ambdues estratègies estan en línia amb el repte actual de reduir les pèrdues i el malbaratament d'aliments al llarg de la cadena alimentària.

PARAULES CLAU: producció ecològica, fruita, hortalissa, valorització, suc, crema, valor funcional, seguretat alimentària, alta pressió hidrostàtica, pèrdues i malbaratament alimentari.

ABSTRACT: *The strong growth of the supply and demand of organic products highlights the need of the companies in the sector to innovate and develop sustainable and competitive products in order to achieve a better position in the market. In this context, the processing of agricultural surpluses into juices and purées enables a better use of resources and a reduction of residues. On the other hand, the high pressure processing of juices and purées offers the possibility to obtain value-added products that retain organoleptic and functional properties, ensuring their safety and an extended shelf-life. Both strategies are in line with the current challenge to achieve a reduction of food loss and waste across the food chain.*

KEYWORDS: *organic production, fruits, vegetables, valorisation, juice, purée, functional value, food safety, high pressure processing, food loss and waste.*

REPTES DE L'AGRICULTURA ECOLÒGICA

L'interès dels consumidors pels productes de l'agricultura ecològica està creixent de manera important a Catalunya i a escala mundial en països desenvolupats, tal com demostren les dades de producció ecològica dels darrers anys. A Europa, la superfície de cultiu dedicada a producció ecològica ja representa més d'un 3,3 % del total, amb un augment en hectàrees del 5,9 % el 2019 respecte a l'any anterior i un augment acumulat del 65 % en els últims deu anys (Willer *et al.*, 2021). A Catalunya, la superfície dedicada a agricultura ecològica també està en augment, amb 1.774 i 796 hectàrees dedicades al cultiu de fruiters i hortalisses, respectivament, el que representa un augment acumulat del 384 % i del 101 % respecte als deu anys anteriors. La destinació de la venda de productes ecològics elaborats és principalment interna, 45 % a Catalunya, 22 % a Espanya, 23 % a la Unió Europea i 10 % fora de la Unió Europea. No obstant això, la producció local catalana no és suficient per a satisfer la demanda dels consumidors, fet evidenciat pel creixement important en els darrers anys del nombre d'empreses importadores, de setze a cent trenta-dues en el període 2010-2020 (CCPAE, 2021).

En aquest context de fort creixement de la producció i la demanda, els productors i transformadors de productes agrícoles ecològics han d'adoptar estratègies per a guanyar competitivitat i assolir un bon posicionament en el mercat, davant una possible desacceleració de la demanda per saturació del mercat. Una doble estratègia encaminada cap a una millor competitivitat és la millora de la sostenibilitat del sistema de producció i l'obtenció de productes d'alt valor afegit.

Pel que fa a la sostenibilitat, un dels reptes del sector és fer front a la gestió dels excedents de producció, que s'originen principalment per fluctuacions en la producció primària lligada a la variabilitat climàtica, així com a l'existència de patrons de qualitat (mida, forma, color, etc.) rígids en la selecció de fruita i hortalissa que és destinada a la venda al detall. Es calcula que un 20 % de la producció inicial de fruita i hortalisses a Europa es perd al camp, mentre que un 25 % més es perd en les etapes posteriors de postcollita, transformació, distribució i consum (FAO, 2011). El rebuig dels excedents de producció comporta un augment en la generació de residus i una gestió poc eficient dels recursos (sòl, aigua, energia, fertilitzants, etc.) destinats a la producció. La disminució d'aquest rebuig és un repte especialment rellevant en el sistema de producció ecològic, en el qual la sostenibilitat és una prioritat important, i que va en la direcció de les línies estratègiques a

escala europea i mundial, cap a una bioeconomia circular i un sistema alimentari més sostenible, que minimitzi les pèrdues i el malbaratament alimentari.

Per tant, la transformació dels excedents de producció en suc i cremes ofereix la possibilitat de convertir un problema en una oportunitat per al sector. Aquesta transformació ha de tenir en compte els paràmetres tecnològics que permetin l'obtenció de productes amb les característiques següents per assegurar un nivell alt d'acceptació dels consumidors i l'obtenció de productes amb valor afegit:

- Propietats sensorials (gust, olor i textura) de producte fresc i natural.
- Màxima seguretat: minimització dels riscos microbiològics.
- Màxim valor nutricional i funcional: menys sucre i més contingut en compostos bioactius.
- Sense additius (*clean label*).
- Vida útil llarga, que satisfaci les exigències dels canals de distribució i dels consumidors.

PROPIETATS FUNCIONALS DELS SUCS I LES CREMES

Els suc i les cremes de fruita i hortalisses són una font important de nutrients i compostos bioactius, com ara vitamines, compostos fenòlics (polifenols), carotenoides, glucosinolats i betalaines (Rothwell *et al.*, 2013; USDA, 2019) (vegeu la figura 1). La ingesta d'aquests compostos està associada a una menor incidència de malalties cardiovasculars i càncer, gràcies a la seva activitat antioxidant entre d'altres (Hertog *et al.*, 1995; Krinsky i Johnson, 2005; Packer, 1997).

Per tal d'exercir una activitat beneficiosa per a la salut després de la seva ingesta, els compostos bioactius han de ser biodisponibles, és a dir, han de ser absorbits en el tracte gastrointestinal i ser transferits als seus llocs d'acció a través del torrent sanguini. L'anàlisi de la bioaccessibilitat d'aquests compostos permet conèixer la capacitat per a ser extrets de la matriu alimentària durant la digestió i la seva predisposició a ser absorbits al tracte gastrointestinal, condicions necessàries per a la seva biodisponibilitat. La bioaccessibilitat dels compostos depèn de múltiples factors, com són les propietats químiques

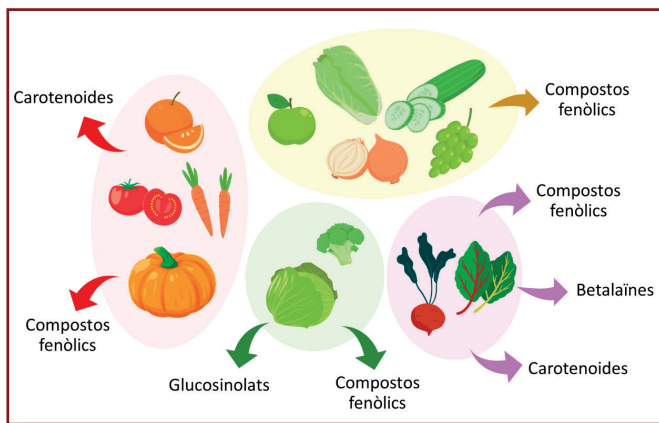


Figura 1. Principals famílies de compostos bioactius en exemples d'hortalisses i fruites (extret de Freepik.com).

de la molècula, les interaccions que pugui establir amb la matriu i l'efecte barrera que aquesta exerceixi per al seu alliberament durant el transcurs de la digestió. Per tant, qualsevol procés que modifiqui aquest entorn com, per exemple, un tractament de conservació, pot tenir un efecte molt important en la bioaccessibilitat dels compostos bioactius (Ribas-Agustí *et al.*, 2018).

Els suc i les cremes de fruita i hortalisses d'alt valor funcional i sense sucre afegit són especialment interessants per a millorar la nutrició de gent gran i infants. A més de l'aportació de nutrients i compostos bioactius especialment necessaris en aquests dos sectors de la població, els suc i les cremes poden oferir una important diversitat de gustos, colors i textures que els pot fer més apetitosos, de fàcil ingestió, i que pot compensar la falta d'interès per als aliments vegetals o la pèrdua de gana, propis d'edats curtes i avançades (Dennison, 1996; Renard, 2017).

Els consumidors de productes ecològics són altament exigents pel que fa a les propietats nutricionals i a la seguretat dels productes que adquireixen, a més de preferir productes amb sabor i textura com més semblants millor a un producte fresc no processat (Hughner *et al.*, 2007). Els aliments mínimament processats permeten oferir la màxima aparença de producte fresc, però la seva baixa estabilitat microbiològica comporta una vida útil molt reduïda i un risc alimentari per la possible presència de microorganismes patògens. Els tractaments de conservació s'apliquen a fi de garantir la seguretat dels suc i les cremes de fruita i hortalisses i d'allargar-ne la vida útil. El mètode més emprat tradicionalment és el tractament tèrmic (per exemple, la pasteurització). No obstant això, l'ús de temperatures elevades comporta una destrucció important del contingut en compostos bioactius termolàbils, així com de les propietats organolèptiques del producte fresc.

LES ALTES PRESSIONS COM A TRACTAMENT DE CONSERVACIÓ RESPECTUÓS AMB LES PROPIETATS ORGANOLÈPTIQUES I FUNCIONALS

En les darreres dècades han sorgit tecnologies de conservació no tèrmiques que s'erigeixen com a alternatives als mètodes tèrmics convencionals, entre elles, l'alta pressió hidrostàtica (APH), també coneguda com a pasteurització en fred. L'APH és una tecnologia emergent que consisteix a sotmetre els aliments durant uns minuts a pressions molt elevades, habitualment entre 400 i 600 MPa, amb la qual cosa s'assoleixen uns nivells d'inactivació microbiana comparables a la pasteurització tèrmica i es preserven millor les propietats nutricionals i organolèptiques. El procés, que s'aplica a temperatura ambient o de refrigeració i es realitza a l'envàs final, transmet la pressió de forma uniforme (isostàtica) i immediata a totes les unitats de producte que es tracten, independentment de la forma o mida del producte. Aquestes propietats impedeixen que el producte pressuritzat es deformi o s'escalfi, cosa que permet preservar al màxim els components i les estructures termolàbils, i així conservar les característiques típiques del producte fresc (vegeu la figura 2). Actualment, les empreses interessades a tractar per alta pressió els seus productes no cal que invertixin en la compra d'un equip, sinó que es poden beneficiar del servei de processament per altes pressions per a tercers que ofereixen empreses especialitzades.

Un dels principals avantatges del processament per APH és l'extensió de la vida útil dels aliments i la millora de la seguretat alimentària a causa de la inactivació dels microorganismes, aspectes fonamentals en el disseny i la implementació d'estratègies per a reduir el malbaratament alimentari. La inactivació de microorganismes a través de l'alta pressió s'associa a una combinació de lesions en les estructures de la cèl·lula microbiana (membrana citoplasmàtica, enzims, etc.). La resistència dels microorganismes és molt variable, depenent principalment del tipus d'organisme i de les propietats fisicoquímiques de la matriu alimentària (Rendueles *et al.*, 2011). Les APH també poden afectar alguns enzims endògens de fruites i verdures responsables de reaccions d'alteració (oxidacions, canvis de textura, etc.). En funció de la intensitat i la durada del tractament, les APH poden activar o inactivar aquests enzims depenent del tipus de fruita (Chakraborty *et al.*, 2014).

A més dels avantatges descrits cal, però, conèixer l'actitud del consumidor enfront de les noves tecnologies en



Figura 2. Equip de tractament APH i suc acabat de tractar a les instal·lacions de l'Àrea d'Indústries Alimentàries de l'IRTA a Monells (<https://youtu.be/CPS5T2oFbMA>).

el processament dels aliments per preveure la viabilitat de la seva implementació comercial. Un estudi europeu realitzat amb tres mil persones adultes (Butz *et al.*, 2003) va evidenciar que el 67% dels participants acceptaven el processament per APH. Pel que sembla, els consumidors estan preparats per a comprar productes tractats per APH, sobretot si a l'etiqueta s'inclouen els beneficis, tal com reporten Deliza *et al.* (2005) pel que fa al suc de pinya pressuritzat.

Són nombrosos els estudis que han mostrat que l'ús de l'APH augmenta l'estabilitat de suc, cremes, purés i *smoothies* de fruites i verdures, alhora que en millora el valor nutricional i les propietats organolèptiques respecte als tractaments tèrmics convencionals. Per exemple, Polydera *et al.* (2003) van descriure que el suc de taronja pasteuritzat tèrmicament (80 °C, 30 s) conservat a 5 °C va tenir una vida útil de 34 dies, mentre que per al suc pasteuritzat amb APH (500 MPa, 35 °C, 5 min) va ser de 50 dies, a la vegada que va mantenir millor el contingut en vitamina C i les propietats organolèptiques. En un altre estudi, Patras *et al.* (2009) van obtenir purés de maduixa i mora tractats amb APH amb nivells de vitamina C, compostos fenòlics i color més semblants als purés no tractats que no pas als que havien rebut tractament tèrmic.

A l'Àrea d'Indústries Alimentàries de l'IRTA, a Monells, s'han dut a terme diversos projectes de recerca i

activitats d'innovació en relació amb l'aplicació de les APH en diferents aliments, inclosos els elaborats a partir de fruites i verdures (vegeu, per exemple, <https://youtu.be/CPS5T2oFbMA>). Per exemple, en el treball de Picouet *et al.* (2016) es van aconseguir *smoothies* de fruita amb millors propietats sensorials i nutricionals amb tractament APH (350 MPa, 5 min) que amb tractament tèrmic (80 °C, 7 min). En un altre estudi, en aquest cas amb puré de poma (vegeu la figura 3), a través d'un assaig d'inoculació (*challenge test*), es va demostrar que l'aplicació d'un tractament d'APH de 600 MPa durant 3 minuts permet una pasteurització no tèrmica que en garanteix la seguretat alimentària, ja que produeix una reducció de més de 6 unitats logarítmiques dels nivells dels dos patògens més rellevants, *Listeria monocytogenes* i *Salmonella* spp. Alhora, la inactivació causada per l'APH en els grups microbians responsables de l'alteració d'aquest tipus de productes, permet obtenir un producte amb una vida útil d'un mínim de 42 dies (vegeu figura 3).

Un equip integrat per investigadors i tècnics de l'Àrea d'Indústries Alimentàries de l'IRTA, en el marc dels Grups Operatius, participa actualment en el projecte «Hortivalor» (vegeu el requadre), per al desenvolupament de suc i cremes ecològics, innovadors, segurs i d'alt valor funcional, a base de fruita i hortalisses excedents, en el qual el processament per APH té un paper rellevant per garantir la seguretat alimentària, estendre la vida útil i conservar el perfil nutricional i les característiques de frescor tan apreciades per als consumidors. A més a més, s'estudia l'addició de xerigot, un subproducte resultant de l'elaboració de formatge, que es preveu que aporti propietats organolèptiques i nutricionals interessants, a més de contribuir també a l'aprofitament de subproductes en el marc de les estratègies de la bioeconomia circular.

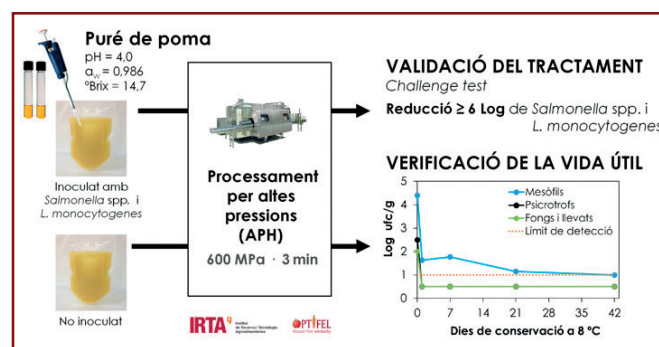


Figura 3. Exemple d'aplicació del processament per altes pressions per a l'obtenció d'un puré de poma segur i amb una major vida útil. Estudi inclòs en el projecte «Optifel», EU FP7-311754 (<http://www.optifel.eu>).

Projecte «Hortivalor»

Liderat per la Fundació Drissa (Girona), el projecte «Hortivalor» (2019-2022) és un grup operatiu amb coordinació i execució científicotècnica de l'IRTA, i participació del productor d'hortalisses ecològiques La Feixa d'en Feliu i Formatgeries Montbrú. Podeu veure la fitxa inicial del projecte a https://grupoperatius.cat/fitxes/2019_2_22.pdf. Compta també amb la participació no beneficiària del Clúster Èxit Girona, EcoRegió i Anna Ecològica 100%, i el suport econòmic del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya.*

- **Objectius:** desenvolupament de suc i cremes ecològics, innovadors, segurs i d'alt valor funcional, a base de fruita i hortalisses excedents. A més a més, s'estudia l'addició de xerigot (subproducte de l'elaboració de formatge), amb propietats organolèptiques i nutricionals rellevants.
- **Activitats:** identificació de la matèria primera excedent amb les propietats òptimes, proposta d'accions de control i millora de la producció, validació del tractament APH, desenvolupament de nous suc i cremes de fruita, hortalissa i xerigot, i caracterització sensorial, microbiològica (vida útil) i del contingut en compostos bioactius i la seva bioaccessibilitat.
- **Resultats esperats:** desenvolupament de suc i cremes com a casos d'estudi (vegeu la figura 4) que podran ser presos com a models per al desenvolupament de productes similars. D'aquesta manera, es proporcionarà a les petites i mitjanes empreses del sector les eines necessàries per al desenvolupament de productes innovadors. Els resultats seran públics a través de publicacions científiques i de divulgació, www.irta.cat i jornades de divulgació PATT.

* Projecte finançat a través de l'Operació 16.01.01 (Cooperació per a la innovació) del Programa de Desenvolupament Rural de Catalunya 2014-2020.



Figura 4. Suc d'excedents de fruita i hortalisses de temporada d'hivern amb tractament APH i alt contingut en compostos bioactius del projecte «Hortivalor» (Albert Ribas-Agustí).

CONCLUSIONS

La transformació dels excedents de producció de fruites i hortalisses en suc i cremes tractats per APH ofereix a les empreses del sector de l'agricultura ecològica (i no ecològica) una doble oportunitat per a la millora de la seva sostenibilitat i competitivitat, mitjançant la reducció dels residus de la producció primària i l'obtenció de productes segurs, amb una vida útil prolongada i un alt valor afegit gràcies a la conservació de les propietats organolèptiques i funcionals del producte fresc.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- BUTZ, P.; NEEDS, E. C.; BARON, A.; BAYER, O.; GEISEL, B.; GUPTA, B.; OLTERSDORF, U.; TAUSCHER, B. (2003). «Consumer attitudes to high pressure food processing». *Journal of Food, Agriculture and Environment*, vol. 1, núm. 1, p. 30-34.
- CHAKRABORTY, S., KAUSHIK, N., RAO, P. S.; MISHRA, H. N. (2014). «High-pressure inactivation of enzymes: A review on its recent applications on fruit purees and juices». *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 13, núm. 4, p. 578-596.
- CONSELL CATALÀ DE LA PRODUCCIÓ AGRÀRIA ECOLÒGICA (CCPAE) (2020). *Recull d'estadístiques del sector ecològic a Catalunya 2020 i evolució 2000-2020* [en línia]. Barcelona: CCPAE. <http://www.ccpae.org/docs/estadistiques/2020/00_2020_ccpae_recull-estadistiques.pdf> [Consulta: 30 agost 2021].
- DELIZA, R.; ROSENTHAL, A.; ABADIO, F. B. D.; SILVA, C. H. O.; CASTILLO, C. (2005). «Application of high pressure technology in the fruit juice processing: Benefits perceived by consumers». *Journal of Food Engineering*, vol. 67, núm. 1-2, p. 241-246.
- DENNISON, B. A. (1996). «Fruit juice consumption by infants and children: A review». *Journal of the American College of Nutrition*, vol. 15, núm. sup5, p. 4S-11S.

- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) (2011). *Global food losses and food waste – Extent, causes and prevention* [en línia]. Roma: FAO. <<http://www.fao.org/3/a-i2697e.pdf>> [Consulta: 30 agost 2021].
- HERTOG, M. G. L.; KROMHOUT, D.; ARAVANIS, C.; BLACKBURN, H.; BUZINA, R.; FIDANZA, F.; GIAMPAOLI, S.; JANSSEN, A.; MENOTTI, A.; NEDELJKOVIC, S.; PEKKARINEN, M.; SIMIC, B. S.; TOSHIMA, H.; FESKENS, E. J. M.; HOLLMAN, P. C. H.; KATAN, M. B. (1995). «Flavonoid intake and long-term risk of coronary heart-disease and cancer in the seven countries study». *Archives of Internal Medicine*, vol. 155, núm. 4, p. 381-386.
- HUGHNER, R. S.; McDONAGH, P.; PROTHERO, A.; SHULTZ II, C. J.; STANTON, J. (2007). «Who are organic food consumers? A compilation and review of why people purchase organic food». *Journal of Consumer Behaviour*, vol. 6, núm. 2-3, p. 94-110.
- KRINSKY, N. I.; JOHNSON, E. J. (2005). «Carotenoid actions and their relation to health and disease». *Molecular Aspects of Medicine*, vol. 26, núm. 6, p. 459-516.
- PACKER, L. (1997). *Vitamin C in health and disease*. Vol. 4. Boca Raton: CRC Press.
- PATRAS, A.; BRUNTON, N. P.; DA PIEVE, S.; BUTLER, F. (2009). «Impact of high pressure processing on total antioxidant activity, phenolic, ascorbic acid, anthocyanin content and colour of strawberry and blackberry purées». *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, vol. 10, núm. 3, p. 308-313.
- PICOUET, P. A.; HURTADO, A.; JOFRÉ, A.; BAÑON, S.; ROS J.-M.; GUÀRDIA, M. D. (2016). «Effects of thermal and high-pressure treatments on the microbiological, nutritional and sensory quality of a multi-fruit smoothie». *Food and Bioprocess Technology*, vol. 9, p. 1219-1232.
- POLYDERA, A. C.; STOFOROS, N. G.; TAOUKIS, P. S. (2003). «Comparative shelf life study and vitamin C loss kinetics in pasteurised and high pressure processed reconstituted orange juice». *Journal of Food Engineering*, vol. 60, núm. 1, p. 21-29.
- RENARD, C. (2017). *Rapport final projet OPTIFEL - Optimised food products for elderly populations* [en línia]. Villeurbanne: Centre pour la Communication Scientifique Directe. HAL. <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01605285>> [Consulta: 28 abril 2021].
- RENDUELES, E.; OMER, M. K.; ALVSEIKE, O.; ALONSO-CALLEJA, C.; CAPITA, R.; PRIETO, M. (2011). «Microbiological food safety assessment of high hydrostatic pressure processing: A review». *LWT - Food Science and Technology*, vol. 44, núm. 5, p. 1251-1260.
- RIBAS-AGUSTÍ, A.; MARTÍN-BELLOSO, O.; SOLIVA-FORTUNY, R.; ELEZ-MARTÍNEZ, P. (2018). «Food processing strategies to enhance phenolic compounds bioaccessibility and bioavailability in plant-based foods». *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 58, núm. 15, p. 2531-2548.
- ROTHWELL, J. A.; PEREZ-JIMENEZ, J.; NEVEU, V.; MEDINA-REMÓN, A.; M'HIRI, N.; GARCÍA-LOBATO, P.; MANACH, C.; KNOX, C.; EISNER, R.; WISHART, D. S.; SCALBERT, A. (2013). «Phenol-Explorer 3.0: A major update of the Phenol-Explorer database to incorporate data on the effects of food processing on polyphenol content». *Database* [en línia], vol. 2013, article bat070. <<https://doi.org/10.1093/database/bat070>>.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA) (2019). *Agricultural Research Service. FoodData Central* [en línia]. <<https://fdc.nal.usda.gov>> [Consulta: 28 abril 2021].
- WILLER, H.; TRÁVNÍČEK, J.; MÈDIER, C.; SCHLATTER, B. (ed.) (2021). *The world of organic agriculture: Statistics and emerging trends 2021*. Bonn: Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, and IFOAM – Organics International.