



2025

НАУКОВІ ПРАЦІ

НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Том 31 № 4

*Журнал
«Наукові праці Національного університету харчових технологій»
видається з 1938 року*

КИЇВ ✧ НУХТ ✧ 2025

Articles with the results of fundamental theoretical developments and applied research in the field of technical and economic sciences are published in this journal. The scripts of articles are reviewed beforehand by leading specialists of corresponding branch.

The journal was designed for professors, tutors, scientists, post-graduates, students of higher education establishments and executives of the food industry.

Journal "Scientific Works of National University of Food Technologies" is included into the list of professional editions of Ukraine of technical (specialties — 121, 126, 133, 141, 144, 151, 162, 181) and economic sciences (specialties — 051, 073, 075), category "B" (Decree of MES of Ukraine #975 from July 11, 2019), where the results of dissertations for scientific degrees of PhD and candidate of science can be published.

The Journal "Scientific Works of National University of Food Technologies" is indexed by the following scientometric databases:

- Index Copernicus
- EBSCOhost
- Google Scholar

The Journal is recommended for publication of research results by the Ministry of Science and Higher Education of Poland.

Editorial office address:

National University of
Food Technologies
Volodymyrska str., 68,
building B, room 412
01601 Kyiv, Ukraine

Recommended for publication by the Academic
Council of the National University of Food
Technologies. Protocol No. 1
from 4th of September, 2025

© NUFT, 2025

У журналі публікуються статті за результатами фундаментальних теоретичних розробок і прикладних досліджень у галузі технічних та економічних наук. Рукописи статей попередньо рецензуються провідними спеціалістами відповідної галузі.

Для викладачів, наукових працівників, аспірантів, докторантів і студентів вищих навчальних закладів, керівників підприємств харчової промисловості.

Журнал «Наукові праці Національного університету харчових технологій» включено в перелік наукових фахових видань України з технічних (спеціальності — 121, 126, 133, 141, 144, 151, 162, 181) та економічних наук (спеціальності — 051, 073, 075), категорія «Б» (Наказ МОН України № 975 від 11.07.2019), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

Журнал «Наукові праці Національного університету харчових технологій» індексується такими наукометричними базами:

- Index Copernicus
- EBSCOhost
- Google Scholar

Журнал рекомендовано Міністерством науки і вищої освіти Польщі для публікації результатів наукових досліджень.

Адреса редакції:

Національний університет
харчових технологій
вул. Володимирська, 68,
корпус Б, к. 412,
м. Київ, 01601

Рекомендовано вченою радою
Національного університету харчових
технологій. Протокол № 1
від 4 вересня 2025 року

© НУХТ, 2025

Редакційна колегія

Склад редакційної колегії журналу

«Наукові праці Національного університету харчових технологій»

Головний редактор

Editor-in-Chief

Олександр Шевченко

Oleksandr Shevchenko

д-р техн. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Відповідальний секретар

Managing secretary

Анастасія Шевченко

Anastasiia Shevchenko

д-р техн. наук, доц., Україна

Dr. Sc., As. Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Члени редакційної колегії:

Агота Гедре Райшене

Agota Giedre Raisiene

д-р екон. наук, Литва

Dr. Sc., Lithuanian Institute of Agrarian Economics,
Lithuania

Андрій Маринін

Andrii Marynin

канд. техн. наук, ст. наук. сп., Україна

Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Валерій Мирончук

Valerii Myronchuk

д-р техн. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Василь Кишенько

Vasyl Kyshenko

канд. техн. наук, доц., Україна

Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Василь Пасічний

Vasyl Pasichnyi

д-р техн. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

В'ячеслав Івашук

Vyacheslav Ivaschuk

д-р техн. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Віктор Стабніков

Viktor Stabnikov

д-р техн. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Володимир Зав'ялов

Volodymyr Zavialov

д-р техн. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Галина Поліщук

Halyna Polishchuk

д-р техн. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Герхард Шльонінг

Gerhard Schleining

д-р техн. наук, Австрія

Dr. Sc., Prof., University of Natural Resources, Austria

Дайва Лескаускайте

Daiva Leskauskaite

д-р техн. наук, проф., Литва

Dr. Sc., Prof., Kaunas University of Technology, Lithuania

Кристина Сильва

Cristina L. M. Silva

д-р техн. наук, проф., Португалія

Dr.Sc., Prof., University de Catolica, Portuguesa

Лада Шірінян

Lada Shirinyan

д-р екон. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Лариса Арсеньєва Larisa Arsenyeva	д-р техн. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Микола Костіков Mykola Kostikov	канд. техн. наук, доц., Україна Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Наталія Луцька Nataliia Lutska	канд. техн. наук, доц., Україна Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Оксана Скроцька Oksana Skrotska	канд. б. наук, доц., Україна Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Бутнік-Сіверський Oleksandr Butnik-Siverskyi	д-р екон. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Гавва Oleksandr Gavva	д-р техн. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олена Драган Olena Dragan	д-р екон. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олена Стабнікова Olena Stabnikova	канд. техн. наук, доц., Україна Ph. D. As., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Ольга Петухова Olga Pietukhova	д-р екон. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Паола Піттія Paola Pittia	д-р техн. наук, проф., Італія Dr. Sc., Prof., University of Teramo, Italy
Світлана Бондаренко Svitlana Bondarenko	д-р хім. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Світлана Літвинчук Svitlana Litvynchuk	канд. техн. наук, доц., Україна Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Сергій Чумаченко Serhii Chumachenko	д-р техн. наук, ст. наук. сп., Україна Dr. Sc., As. Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Сергій Балута Sergii Baluta	д-р техн. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Сергій Грибков Sergii Hrybkov	д-р техн. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Хууб Лелієвельд Huub Lelieveld	д-р наук, проф., Нідерланди Dr. Sc., Prof., Founder of the Global Harmonization Initiatives, the Netherlands

Автоматизація та інформаційні технології

Новак М. С., Смітюх Я. В. Визначення допустимих відхилів теплового стану сталевих конструкцій під час валідаційних експериментів

Поддукін В. В. Дослідження адаптивних людино-машинних інтерфейсів та їхньої інтеграції в автоматизовані системи хлібопекарського виробництва

Паровенко М. Д., Клименко О. М. Оптимізація керування технологічним процесом кип'ятіння суслу з використанням спостерігача для оцінки стану системи

Струзік В. А. Застосування рефакторингу для підвищення безпеки програмного забезпечення

Біотехнології

Воронцов О. О., Стабніков В. П., Воронцов О. О. Аналіз перспектив розвитку біотехнологій отримання біометану

Кравченко В. В., Ковшар І. Д., Резніченко Ю. М. Біотехнологічні аспекти та практичне значення одержання полігидроксibuтирату ціанобактеріями

Економіка, менеджмент і маркетинг

Роганова Г. О., Прозорова А. Р. Оцінка кредитоспроможності малого підприємства

Механічна та електрична інженерія

Козак О. С., Десик М. Г., Теличкун В. І. Аналіз способів і обладнання для охолодження хлібобулочної продукції на сучасних хлібопекарських підприємствах

Слюсенко А. М., Лементар С. Ю., Пономаренко В. В. Дослідження аеродинаміки сушильного агента у флюїдному днищі розпилювальної сушарки

Романюк, В. Т., Шпак В. В., Зінкевич П. О. Дослідження властивостей покриття з охолоджувальним ефектом на основі карбонату кальцію для проводів повітряних ліній електропередавання

Петренко В. П., Прядко М. О., Пилипенко О. Ю., Максименко Д. В. Дослідження про-

Automation and information technologies

7 Novak M., Smityukh Y. Determination of permissible deviations of the thermal state of steel structures during validation experiments

23 Poddukin V. Study of adaptive human-machine interfaces and their integration into automated bakery production systems

40 Parovenko M., Klymenko O. Wort boiling process control optimization using system state estimation

52 Struzik V. Applying refactoring to improve software security

Biotechnologies

67 Vorontsov O., Stabnikov V., Vorontsov O. Analysis of the prospects for the development of biotechnology for biomethane production

89 Kravchenko V., Kovshar I., Reznichenko Yu. Biotechnological aspects and practical significance of polyhydroxybutyrate production by cyanobacteria

Economy, Management and Marketing

107 Rohanova H., Prozorova A. Assessment of the creditworthiness of a small enterprise

Mechanical and Electrical Engineering

119 Kozak O., Desyk M., Telychkun V. Analysis of methods and equipment for cooling bakery products in modern bakeries

136 Sliusenko A., Lementar S., Ponomarenko V. Study of the aerodynamics of the drying agent in the fluidized bottom of a spray dryer

149 Romaniuk V., Shpak V., Zinkevych P. Research of the properties of a coating with a cooling effect based on calcium carbonate for overhead power line wires

158 Petrenko V., Prydko M., Pylipenko O., Maksymenko D. Study of heat exchange processes in dense

цесів теплообміну в густих стікаючих плівках розчинів, циклічно збурених хвильовими напливами під час випаровування

flowing films of solutions cyclically disturbed by wave flows during evaporation

Зьоменко О. С., Губеня О. О. Вплив густини таблеток на її міцність і зусилля пресування

172 Zomenko O., Gubenia O. Effect of tablet density on its strength and compression force

Харчові технології

Food Technologies

Белінський О. В., Галенко О. О. Вплив біоактивних компонентів чорнозерного борошна і кукурудзяного молока на маркери здорового старіння

182 Belinskyi O., Galenko O. The effect of bioactive components of black-grain flour and corn milk on markers of healthy aging

Сімахіна Г. О., Кочубей-Литвиненко О. В., Маслійчук О. Б. Удосконалення системи і структури харчування військовослужбовців ЗСУ: теоретичні і практичні аспекти

194 Simakhina G., Kochubey-Lytvynenko O., Masliychuk O. Improving the system and structure of AFU personnel nutrition: theoretical and practical aspects

Авдієєва Л. Ю., Макаренко А. А. Реологічні властивості комплексу гарбузового пюре з мальтодекстрином

210 Avdieieva L., Makarenko A. Rheological characteristics of a composite based on pumpkin puree and maltodextrin

Шевченко А. О., Камбулова Ю. В. Практики органічних агротехнологій і біодинаміки в Данії

221 Shevchenko A., Kambulova Yu. Organic and biodynamic agricultural practices in Denmark

Тележенко Л. М., Атанасова В. В., Козонова Ю. О., Білик К. О. Інноваційні технологічні підходи до виробництва печива для закладів ресторанного господарства з використанням альтернативних видів борошна

232 Telezhenko L., Atanasova V., Kozonova Yu., Bilyk K. Innovative technological approaches to cookie production for the foodservice industry using alternative types of flour

Бартошак І. В., Поліщук Г. Є. Вплив коагулянтів різного походження на показники якості сиру вершкового

246 Bartoshak I., Polishchuk G. Influence of coagulants of different origin on the quality indicators of cream cheese

Якименко А. В., Мельник Л. М. Дослідження впливу фракційності палигорськіта на ступінь вилучення небажаних домішок із сортівків за нормальних умов та при розрідженні

257 Yakimenko A., Melnyk L. Study of the effect of palygorskite fractionation on efficiency of removing undesirable impurities from sortivkas under normal and reduced pressure conditions

Хімічні науки

Chemical sciences

Кроніковський О. І., Чебаненко Х. В., Іщенко В. М., Кроніковська О. П., Стаднічук Н. О. Аналітичні можливості карбоксилатних комплексів плломбуу з краун-етерами

267 Kronikovskiy O., Chebanenko K., Ischenko V., Kronikovska O., Stadnichuk N. Analytical potentials of lead carboxylate complexes with crown ethers

УДК 631

ORGANIC AND BIODYNAMIC AGRICULTURAL PRACTICES IN DENMARK**A. Shevchenko, Yu. Kambulova***National University of Food Technologies*

Key words:

*Organic agrotechnology
Biodynamics
Denmark
Sustainable development
Agriculture
Biodiversity
Crop rotation*

Article history:

Received 14.07.2025
Received in revised form
31.07.2025
Accepted 13.08.2025

Corresponding author:

A. Shevchenko

E-mail:

nastyusha8@ukr.net

Citation: Шевченко А. О., Камбулова Ю. В. (2025). Практики органічних агротехнологій і біодинаміки в Данії. *Наукові праці НУХТ*, 31(4), 221—231.
DOI: 10.24263/2225-2924-2025-31-4-18

ABSTRACT

There is currently an increased demand worldwide for organic products made from raw materials grown with reduced use of pesticides and fertilizers, due to their positive effects on health, as well as the desire to green production, preserve soil and promote sustainable development. Organic and biodynamic agriculture are becoming increasingly popular within this concept. The most advanced country in terms of the implementation of organic and biodynamic agriculture is Denmark. Denmark was the first country in the world to introduce organic production rules, develop national organic product standards and introduce organic labeling. The Danish government has set a goal that 21% of Denmark's total agricultural land should be devoted to organic farming by 2030. Weed control is based on a balanced crop rotation, which often includes legumes and/or grass clover in combination with mechanical or other physical weed control. Diseases and insect pests in organic farming can also be controlled by crop rotation, resistant crop varieties and the promotion of beneficial insects (predators). It was found that after 40 years of fertilization with green manure and animal manure, the maximum soil compaction was 3% lower than with combined fertilization. This suggested that the addition of green manure or animal manure can reduce the tendency of soil to compaction in organically managed soils, increasing the concentration of organic carbon in the soil and promoting the elasticity and regenerative capacity of the soil. Organically managed soils had higher water infiltration rates. Biodynamic farming is also gaining popularity in Denmark. There are more than 40 companies certified according to the Demeter standard and registered with the Danish Biodynamic Association.

DOI: 10.24263/2225-2924-2025-31-4-18

ПРАКТИКИ ОРГАНІЧНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЙ І БІОДИНАМІКИ В ДАНІЇ

А. О. Шевченко, Ю. В. Камбулова

Національний університет харчових технологій

Наразі у світі спостерігається підвищений попит на екологічні продукти, отримані із сировини, вирощеної зі зменшеним використанням пестицидів і добрив, завдяки їхньому позитивному впливу на здоров'я, а також прагнення до екологізації виробництва, збереження ґрунтів і сталого розвитку. В цій концепції дедалі популярнішими стають органічне та біодинамічне землеробство. Найрозвиненішою країною з точки зору впровадження органічного та біодинамічного землеробства є Данія. Данія була першою країною у світі, яка запровадила правила органічного виробництва, розробила національні стандарти органічної продукції та запровадила органічне маркування. Уряд Данії встановив мету, щоб до 2030 року 21% загальних сільськогосподарських угідь Данії було відведено під органічне землеробство.

Боротьба з бур'янами базується на збалансованій сівоzmіні, яка часто включає бобові та/або конюшину трав'яну в поєднанні з механічним або іншим фізичним контролем бур'янів. Хвороби та комах-шкідників в органічному землеробстві також можна контролювати за допомогою сівоzmіни, стійких сортів культур та сприяння поширенню корисних комах (хижаків). Встановлено, що після 40 років удобрення із сидератами та з гноєм тваринного походження максимальна ущільнюваність ґрунту була на 3% нижча, ніж при комбінованому удобренні. Це свідчить про те, що додавання сидератів або гною тваринного походження може зменшити схильність ґрунту до ущільнення в органічно оброблюваних ґрунтах, збільшуючи концентрацію органічного вуглецю в ґрунті та сприяючи еластичності та його відновлювальній здатності. Органічно оброблені ґрунти мають вищі показники інфільтрації води. У Данії розповсюдження набуває також біодинамічне господарювання. Є більше 40 компаній, сертифікованих за стандартом Demeter та зареєстрованих Данською біодинамічною асоціацією.

Ключові слова: органічні агротехнології, біодинаміка, Данія, сталий розвиток, землеробство, біорізноманіття, сівоzmіна.

Постановка проблеми. Наразі у світі спостерігається підвищений попит на екологічні продукти, отримані з сировини, вирощеної зі зменшеним використанням пестицидів і добрив, завдяки їхньому позитивному впливу на здоров'я. Також важливим є прагнення людства (суспільства) до екологізації виробництва, збереження ґрунтів та сталого розвитку. В цій концепції дедалі популярнішими стають органічне та біодинамічне землеробство. Однак у різних країнах через ряд факторів такі практики впроваджуються по-різному, охоплюючи різний відсоток сільськогосподарських угідь. Найбільш розвинутою країною з точки зору впровадження органічного та біодинамічного землеробства є Данія. У зв'язку з цим важливо розуміти успішні практики, а також виклики, з якими стикаються данські фермери при впровадженні органічного та біодинамічного землеробства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Органічне сільське господарство широко практикується у світі. У Данії розвиток органічного сільського господарства почався в 1970-х роках. В 1980 році була створена Національна школа органічного землеробства, а в 1981 році — Національна організація фермерів-органіків. Нова організація забезпечила формування правил та схеми сертифікації як першочергові завдання. У середині 1980-х років негативний вплив сучасного сільського господарства на навколишнє середовище був поставлений на перше місце. Органічне землеробство було визнано екологічним та безпечним способом ведення сільського господарства, а отже, і рішенням проблеми негативних наслідків традиційного землеробства. Органічні методи розглядалися як засіб підвищення економічної ефективності ферм, результатом чого стала урядова схема сертифікації та субсидування, яка інституціоналізувала органічне землеробство як частину сільського господарства Данії та як засіб подолання негативного впливу традиційного сільського господарства на навколишнє середовище (Ingemann, 2006). У 1987 році парламент Данії ухвалив Закон про органічне землеробство та затвердив Раду з органічного сільського господарства (зараз Раду з органічних продуктів харчування) (Daugbjerg, & Schvartzman, 2022).

На перетині 90-х і 2000-х розвиток органічного сільського господарства Данії зазнав змін (Joergensen, 2007) і характеризувався збільшенням кількості земель під органічне господарство на більш потужних фермах. Як наслідок, такі ферми суттєво збільшили свої розміри (Levin, Langer, & Frederiksen, 2006).

У 2015 році на площах органічного рослинництва вирощували 57% грубих кормів, цільних культур та трав, 33% зернових, олійних культур та насінневих бобових. Решта, 10% органічного рослинництва, складалось з культур для виробництва насіння, овочів та картоплі, фруктів, а також необроблюваних земель, що знаходились під спеціальними екологічними програмами (Jensen, & Pedersen, 2015). Станом на 2019 рік найбільша частка загального світового обсягу продажів органічної продукції зафіксована в Данії — 11,8%, який забезпечували близько 10% данських ферм, що займалися органічним землеробством (Clausen, & Patryeva, 2021). У 2021 році цей показник збільшився до 13,0% (EU CAP Network Thematic Group, 2023).

Зважаючи на збільшення потенціалу Данії щодо розширення площ сільськогосподарських угідь, на яких ведеться органічне господарювання, **метою досліджень** було встановлення особливостей впровадження органічного та біодинамічного методів господарювання в Данії.

Матеріали і методи. У статті було використано методи теоретичного аналізу питання впровадження органічного та біодинамічного сільського господарства в Данії, а також метод узагальнення отриманих при аналізі однакових параметрів.

Викладення основних результатів дослідження. У Європейському Союзі органічне сільське господарство наразі займає близько 5,7% сільськогосподарських площ (Willer, & Lernoud, 2016).

Данія є лідером, однак частка біодинамічного сільського господарства становить незначну частину сільськогосподарських угідь (рис. 1).

Данія була першою країною у світі, яка запровадила правила органічного виробництва, розробила національні стандарти органічної продукції та запровадила органічне маркування.

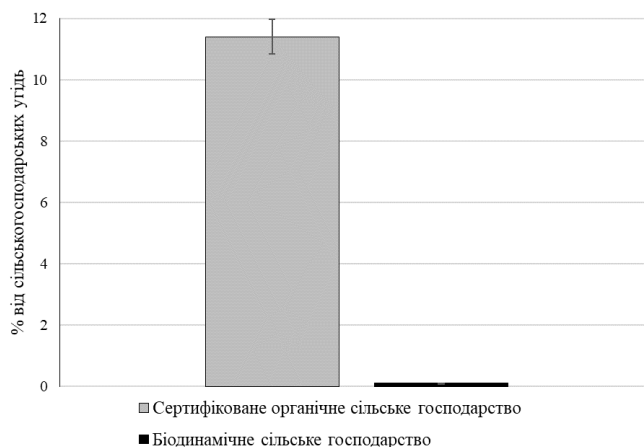


Рис. 1. Частка сертифікованого органічного та біодинамічного сільського господарства станом на 2024 рік (розроблено авторами на основі Paull, & Tuttunen, 2024)

В країні діє державне регулювання та контроль органічного землеробства: Регламент Ради (ЄС) № 834/2007 та Регламент Комісії (ЄС) № 889/2008 застосовуються разом із данськими рекомендаціями. Данським логотипом контролю є червона етикетка «Ø» (Janssen, & Hamm, 2011), що сприяє високій довірі данських споживачів до органічної продукції (Løes та ін., 2015).

В Данії створено ICROFS — Міжнародний центр досліджень органічних харчових систем, що координує наукові і практичні дослідження, підтримує розроблення нових рішень в органічному секторі. Політика Данії включає заходи, спрямовані на створення умов для фермерів при переході на органічне землеробство та на збільшення попиту на органічні продукти харчування. Така модель органічної політики отримала назву «активна політика розвитку ринку» (Daugbjerg, & Sønderkov, 2012). Стратегія прагне зменшити розрив між органічними та традиційними сільськогосподарськими практиками, тим самим зменшуючи розмежування органічного землеробства як альтернативної форми сільського господарства (Nøe, 2006).

Як свідчать дані рис. 1, площа сертифікованих органічних сільськогосподарських угідь у Данії дещо зменшилася за останні кілька років. Щоб протидіяти цій тенденції Данське сільськогосподарське агентство збільшило виплати аграріям з органічним сільським господарством. Уряд Данії визначив як одну з пріоритетних політик розвитку до 2030 року збільшення площ органічного землеробства до 21% загальних сільськогосподарських угідь (Højte, Johansen, Fraas, & Flatz, 2024).

В Данії функціонує Данська органічна фермерська національна мережа (DKOOF), де розробляються, документуються та впроваджуються в реальних умовах інноваційні рішення для органічного землеробства. DKOOF зосереджується на інноваціях, розвитку та документуванні у сферах добробуту тварин, підвищення родючості ґрунту та стійких та ефективних систем вирощування сільськогосподарських культур. В розрізі підвищення родючості ґрунту DKOOF розробляють методи

створення міцних ґрунтів шляхом диверсифікації росту рослин та додавання органічної речовини, щоб забезпечити культури достатньою кількістю поживних речовин та діяти як буфер у сухих і вологих погодних умовах. Зусилля зосереджені на скороченому обробітку ґрунту, компостуванні, використанні ефективних покровних культур та заходах регенеративного сільського господарства. Флагманським проектом є CarbonFarm, який розробляє агрономічні, економічні, екологічні атрибути та документує наслідки впровадження стійких систем вирощування сільськогосподарських культур (DKOOF. The Danish organic on-farm living lab).

Значна увага приділяється контролю пестицидів. Данська програма контролю за залишками пестицидів у 2015 році виявила залишки у понад 50% органічних імпортованих фруктів та овочів. Тоді як лише один зразок органічних овочів, вирощених у Данії, містив залишки пестицидів, які були спричинені ненавмисним забрудненням із сусіднього неорганічного поля (Det Økologiske Spisemærke, 2017). У данському органічному виробництві дозволено до використання лише 22 активні речовини, оскільки з 1995 року діє загальна заборона на використання мідних фунгіцидів. Регулятори росту рослин та гербіциди також не дозволені в органічному сільському господарстві. Це має позитивний вплив на біорізноманіття (Merfield та ін., 2015). Боротьба з бур'янами базується на збалансованій сівоzmіні, яка часто включає бобові та/або конюшину трав'яну в поєднанні з механічним або іншим фізичним контролем бур'янів (Anderson, 2015). Хвороби та комах-шкідників в органічному землеробстві можна контролювати за допомогою сівоzmіни, стійких сортів культур та сприяння поширенню корисних комах (хижаків) за допомогою функціональних ініціатив щодо біорізноманіття (Jespersen та ін., 2017).

Доведено, що органічне землеробство збільшує біорізноманіття на полях на 30% порівняно з традиційним (Bengtsson, Ahnström, & Weibull, 2005). Матаналіз підтвердив, що 30% збільшення є надійним результатом, який є дійсним протягом 30 років (Tuck та ін., 2014). Механічний обробіток ґрунту, особливо оранка, негативно впливає на кількість та видове різноманіття дощових черв'яків та ґрунтових безхребетних, які беруть участь в процесі ґрунтоутворення (Crittenden, Huerta, de Goede, & Pulleman, 2015).

Було проведено оцінювання овочевих ферм за допомогою інструменту оцінки сталого розвитку RISE 2.0. (Response-Inducing Sustainability Evaluation) за різними критеріями (Häni та ін., 2003). Встановлено, що ерозія, засолення або будівельна діяльність спричинили втрати 0,3—1,4% площі фермерських господарств. Медіанна частка сільськогосподарських угідь з високим вмістом гумусу становила 19%. Підкислювальні добрива використовували 14% ферм, 80% з яких застосовують вапнування. Органічні добрива, які можуть містити важкі метали, використовували 11% фермерів; залишки (наприклад, компост) без аналізу забруднюючих речовин використовували 3% фермерів; а ризик забруднення від автомагістралей або промисловості визнали 8% фермерів. 60% фермерів використовували сільськогосподарський гній.

У данському дослідженні органічних овочевих сівоzmін рослинний гній та компост з високим вмістом органічної речовини позитивно вплинули на здатність ґрунту мінералізувати азот. Це проводилося у порівнянні зі свинячим гноєм, який мав високий вміст мінерального азоту (Shanmugam та ін., 2022).

Шкідливе ущільнення ґрунту спостерігали 35% фермерів. Важкі машини з колесним навантаженням понад 2,5 т використовували 78% ферм. Заходи щодо збереження ґрунту (наприклад, подвійні шини, низький тиск у шинах або контрольований рух транспорту) під час використання важкої техніки були впроваджені 65% ферм, а 70% запровадили заходи для покращення стабільності ґрунту (наприклад, вапнування, проміжне озеленення або скорочений обробіток ґрунту). Також були вказані основні проблеми, які негативно вплинули на врожайність та дохід: хвороби, шкідники, бур'яни або грибки та маркетинг (De Olde та ін., 2016).

Було проведено дослідження впливу органічного землеробства на фізичні та фізико-механічні властивості ґрунту. Структурна стабільність ґрунту має вирішальне значення для стійкості та вразливості ґрунту до обробітку, зволоження-висихання, замерзання (Rabot, Wiesmeier, Schluter, & Vogel, 2018). Встановлено, що після 40 років удобрення з сидератами та з гноєм тваринного походження максимальна ущільнюваність ґрунту була на 3% нижча, ніж при комбінованому удобренні. Це свідчить про те, що додавання сидератів або гною тваринного походження може зменшити схильність ґрунту до ущільнення в органічно оброблюваних ґрунтах, збільшуючи концентрацію органічного вуглецю в ґрунті та сприяючи еластичності та відновлювальній здатності ґрунту. Органічне господарювання сприяло збільшенню стабільності вологого агрегату у верхніх 30 см ґрунтового профілю на 12—191% порівняно з конвекційним за рахунок більшої концентрації органічної речовини в ґрунтах (Blanco-Canqui, Ruis, & Francis, 2023).

У природних біотопах Данії, поверхня ґрунту майже завжди покрита рослинами або рослинними залишками, що захищає ґрунт від вітрової або водної ерозії та зменшує коливання вологості та температури. Голий ґрунт також поглинає більше енергії сонячного світла у вигляді тепла, що може пригнічувати мікробну активність у верхніх шарах ґрунту (Kot, Frac, Lipiec, & Usowicz, 2015).

Органічні ґрунти мають вищі показники інфільтрації води (Williams, Blanco-Canqui, Francis, & Galusha, 2017), що пов'язане зі збільшенням органічного вуглецю та стабільністю агрегатів, а також використанням рослин з глибоким корінням. Для вирощування сільськогосподарських культур важливим показником є здатність ґрунту утримувати воду (Crockett, & Westerling, 2018). Встановлено, що органічне землеробство сприяє покращенню здатності утримувати воду на 6—16%, однак лише при збільшенні концентрації вуглецю в ґрунті (Nima, Aulakh, Sharma, & Kukal, 2021). Крім того встановлено, що збільшенні концентрації вуглецю в ґрунті призводить до збільшення доступного вмісту води для рослин (Blanco-Canqui, Ruis, & Francis, 2023). Однак ряд досліджень не підтверджує це (de Cima, Luik, & Reintam, 2015; Williams, Blanco-Canqui, Francis, & Galusha, 2017). Дослідження (Minasny, & McBratney, 2018) вказують на те, що збільшення концентрації органічного вуглецю в ґрунті на 1% маси збільшує доступну воду до 14,7 мм води на 100 мм ґрунту порівняно з 1,16 мм при використанні неорганічного вуглецю. Для регулювання потоку води, газу та тепла, а також покращення контакту між ґрунтом та кореннями всередині ґрунту важливою є наявність середніх пор ґрунту (мезопор). Доведено, що органічне землеробство сприяє рівномірнішому розподілу розмірів пор порівняно з конвекційним (Blanco-Canqui, Ruis, & Francis, 2023).

Тип внесення та тривалість обробітку ґрунту є основними факторами, що впливають на фізичні властивості ґрунту. Безорне землеробство зменшує або усуває

порушення ґрунту та залишає рослинні залишки на поверхні ґрунту, що може сприяти розвитку його структури (Halde, Gagne, Charles, & Lawley, 2017). Така система може зменшити об'ємну щільність та збільшити стабільність вологого агрегату (Di Prima та ін., 2018).

Значний вплив мають також добрива. Вплив внесення добрив з гноєм тваринного походження був більшим, ніж покривних культур або сидератів, що підтверджується зменшенням об'ємної щільності, збільшенням стабільності вологого агрегату, доступної для рослин води та інфільтрації води (Blanco-Canqui, Ruis, & Francis, 2023).

У Данії як добриво використовують біовугілля, виготовлене з рослинної сировини, яке в інших країнах вважається відходом. Його розглядають як таке, що належить до регенеративного сільського господарства в екологічному контексті (Elsgaard та ін., 2022).

Для вирощування органічних культур важливим є забезпечення ґрунту достатньою кількістю азоту в доступній формі. Було досліджено вплив методів ведення органічного сільського господарства на вимивання азоту з використанням підходу балансу азоту. Втрати при органічному господарюванні були в середньому на 40% меншими порівняно з традиційним, залежність спостерігалась від типів ґрунтів — вищі на піщаних ґрунтах, ніж на піщаних суглинках через денітрифікацію. Органічні господарства мали вищий надлишок азоту на полях. Ґрунти з низьким рівнем родючості мали вищий баланс азоту на полях через вищу фіксацію та нижчу врожайність, але значно більше включення ґрунтового азоту. Збільшення використання проміжних культур було найефективнішою сільськогосподарською практикою для зменшення втрат азоту внаслідок вимивання. Запас азоту спостерігався лише в ґрунтах з високим рівнем органічної речовини (Knudsen, Kristensen, Berntsen, Petersen, & Kristensen, 2006). Завдяки обмеженню внесення гною в період, коли культури потребують рослинних поживних речовин, недостатньому постачанню азоту відносно економічно оптимальної норми внесення та обов'язковому вирощуванню культур, які поглинають азот протягом більшої частини року, зменшилося на 45% його вимивання (Sommer, & Knudsen, 2021).

У Данії значна кількість фермерів, які ведуть органічне землеробство, застосовують методи регенеративного обробітку ґрунту, зосереджуючись на мінімальному обробітку ґрунту, включаючи прямий посів, різноманітні покривні культури та сівозміни. Залежно від розміру ферми та схильності до ризиків, рекомендовано впроваджувати практики прямого посіву без оранки та покривних культур паралельно на 10—40% своєї загальної площі з проведенням тестування кожні п'ять років для коригувань. Це сприятиме нормалізації мікробної активності ґрунту, утримання води, боротьби з бур'янами. Покривні культури додають органічні поживні речовини до ґрунту, водночас перешкоджаючи потраплянню сонячного світла на бур'яни та випаровуванню води. Тоді як безорний обробіток допомагає зберегти органічну речовину ґрунту та забезпечує необхідне середовище для ґрунтових мікроорганізмів, щоб зберегти поживні речовини покривних культур. Крім того, встановлено, що застосування методів регенеративного обробітку ґрунту зменшує вилугування азоту на 20—25% порівняно з традиційним землеробством (Jameson, Midtby, Walbom, Møller, & Mikkelsen, 2024).

У Данії можливо мати рослинний покрив протягом тривалої частини року, плануючи сівозмін з підсівом проміжних культур перед озимим насінням, зимуючими проміжними культурами після однорічних культур та перед ярими та багаторічними культурами, такими як конюшина злакова. Оптимально, щоб вони використовувались як проміжні культури під час ярих культур або якомога швидше після збору врожаю, коли підсів ще неможливий або не розвинений (Jørgensen та ін., 2024).

Важливим аспектом для впровадження практики регенеративного сільського господарства є кліматичні умови. Данський клімат передбачає м'які зими з надмірною кількістю опадів та прохолодне літо.

У Данії розповсюдження набуває також біодинамічне господарювання. Є більше 40 компаній, сертифікованих за Demeter та зареєстрованих Данською біодинамічною асоціацією. Проведене дослідження виробників сільськогосподарської продукції, сертифікованих за Demeter, свідчить про використання складних сівозмін протягом 5 років, важливість інтеграції худоби як складової біодинамічної системи, зокрема для постачання добрив (Oudshoorn, Sørensen, & de Boer, 2011). Замість застосування заходів для боротьби зі шкідниками та комахами, ефективнішою є стабілізована екосистема та здорові рослини. Встановлено, що особливо в період переходу на біодинамічне землеробство різноманітне поєднання культур на полях перешкоджає поширенню хвороб. Для підвищення природної стійкості культури було використано сорти овочів з високим вмістом гірких речовин (Aare, Egmsø, Lund, & Hauggaard-Nielsen, 2021).

Доведено, що важливим є зв'язок між вирощуванням та споживанням: навчання біодинамічному землеробству, підвищення знань про біодинамічні продукти, організація заходів з шеф-кухарями, школами та громадськістю для відвідування та ознайомлення з фермою (Gliessman, Friedmann, & Howard, 2019).

Однак виникає ряд викликів: різноманітне фермерство вимагає різноманітних знань та навичок; відсутність підтримки через обмежені дослідження, освіту та консультації в галузі диверсифікованого сільського господарства; немає законодавчої стратегії підтримки різноманітності в сільському господарстві, а навпаки накладаються обмеження; породи та різновиди не розробляються для ферм з кількома функціями та різноманітністю; хоча біодинамічні продукти дорожчі в магазинах, реальна додаткова ціна для фермерів є незначною через високу частку роздрібного сектору (Aare, Egmsø, Lund, & Hauggaard-Nielsen, 2021).

Таким чином, Данія як лідер ведення органічного сільського господарства, є прикладом для інших країн, зокрема і України. Однак, збільшуючи площі сільськогосподарських угідь під органічне та біодинамічне землеробство, виникає ряд викликів та проблем. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на пошук методів вирішення таких проблем.

Висновки

Дослідження спрямоване на визначення особливостей організації органічного та біодинамічного господарювання в Данії як країні-лідері за площами сільськогосподарських угідь, на яких ведеться органічне сільське господарство.

Данія була першою країною у світі, яка запровадила правила органічного виробництва, розробила національні стандарти органічної продукції та запровадила

органічне маркування. Уряд Данії встановив мету, щоб до 2030 року 21% загальних сільськогосподарських угідь Данії було відведено під органічне землеробство.

Боротьба з бур'янами базується на збалансованій сівозміні, яка часто включає бобові та/або конюшину трав'яну в поєднанні з механічним або іншим фізичним контролем бур'янів. Хвороби та комах-шкідників в органічному землеробстві можна контролювати за допомогою сівозміні, стійких сортів культур та сприяння поширенню корисних комах (хижаків).

Доведено, що органічне землеробство збільшує біорізноманіття на полях на 30% порівняно з традиційними фермами.

Встановлено, що після 40 років удобрення з сидератами та з гноєм тваринного походження максимальна ущільнюваність ґрунту була на 3% нижча, ніж при комбінованому удобренні. Це свідчить про те, що додавання сидератів або гною тваринного походження може зменшити схильність ґрунту до ущільнення в органічно оброблюваних ґрунтах, збільшуючи концентрацію органічного вуглецю в ґрунті та сприяючи еластичності та відновлювальній здатності ґрунту. Органічно оброблені ґрунти мають вищі показники інфільтрації води.

У Данії розповсюдження набуває також біодинамічне господарювання. Є більше 40 компаній, сертифікованих за стандартом Demeter та зареєстрованих Данською біодинамічною асоціацією.

Література

- Aare, A. K., Egmose, J., Lund, S., Hauggaard-Nielsen, H. (2021). Opportunities and barriers in diversified farming and the use of agroecological principles in the Global North: The experiences of Danish biodynamic farmers. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 45(3), 390—416. <https://doi.org/10.1080/21683565.2020.1822980>.
- Anderson, R. L. (2015). A cultural system to reduce weed interference in organic soybean. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 30, 392—398. <https://doi.org/10.1017/S1742170514000167>.
- Bengtsson, J., Ahnström, J., Weibull, A.-C. (2005). The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 42, 261—269. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01005.x>.
- Crockett, J. L., Westerling, A. L. (2018). Greater temperature and precipitation extremes intensify Western U.S. droughts, wildfire severity, and Sierra Nevada tree mortality. *Journal of Climate*, 31, 341—354. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-17-0254.1>.
- Blanco-Canqui, H., Ruis, S. J., Francis, C. A. (2023). Do organic farming practices improve soil physical properties? *Soil Use and Management*, 40(1). <https://doi.org/10.1111/sum.12999>.
- Clausen, O., Patryeva, L. (2021). The Danish model of organic agriculture. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 25(1), 53—59. [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-1\(109\)-7](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-1(109)-7).
- Crittenden, S. J., Huerta, E., de Goede, R. G. M., Pulleman, M. M. (2015). Earthworm assemblages as affected by field margin strips and tillage intensity: an on-farm approach. *European Journal of Soil Biology*, 66, 49—56. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2014.11.007>.
- DKOOF. The Danish organic on-farm living lab. Режим доступу: <https://www.agroecologypartnership.eu/dkoof>.
- Daugbjerg, C., Sønderkov, K. M. (2012). Environmental policy performance revisited: Designing effective policies for green markets. *Political Studies*, 60(2), 399—418. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9248.2011.00910.x>.
- Daugbjerg, C., Schwartzman Y., Organic Food and Farming Policy in Denmark: Promoting a Transition to Green Growth'. (2022). In Caroline de la Porte, and others (eds), *Successful Public Policy*

in the Nordic Countries: Cases, Lessons, Challenges. Oxford, Oxford Academic. <https://doi.org/10.1093/oso/9780192856296.003.0002>

De Cima, D. S., Luik, A., Reintam, E. (2015). Organic farming and cover crops as an alternative to mineral fertilizers to improve soil physical properties. *International Agrophysics*, 29, 405—412. <https://doi.org/10.1515/intag-2015-0056>.

De Olde, E. M., Oudshoorn, F. W., Bokkers, E. A. M., Stubsgaard, A., Sørensen, C. A. G., & De Boer, I. J. M. (2016). Assessing the Sustainability Performance of Organic Farms in Denmark. *Sustainability*, 8(9), 957. <https://doi.org/10.3390/su8090957>.

Di Prima, S., Rodrigo-Comino, J., Novar, A., Inovino, M., Pirastru, M., Keesstra, S., Cerda, A. (2018). Soil physical quality of citrus orchards under tillage, herbicide, and organic managements. *Pedosphere*, 28, 463—477. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(18\)60025-6](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(18)60025-6).

EU CAP Network Thematic Group (2023). Thematic Group on Strengthening the position of farmers in the Organic Food Supply Chain. Organic policies in Denmark: Case study.

Elsgaard, L., Adamsen, S. A. P., Henrik, B., Møller, B. H., Winding A., Jørgensen, U., Mortensen, Ø. E., Arthur, E., Abalos, D., Andersen, N. M., Thers, H., Sørensen, P., Dilnessa, A. A., Elofsson, K. (2022). Knowledge synthesis on biochar in Danish agriculture. — DCA advisory report No. 208.

Det Økologiske Spisemærke (2017). Режим доступу: <http://www.oekologisk-spisemaerke.dk/>.

Gliessman, S., Friedmann, H., Howard, P. H. (2019). Agroecology and food sovereignty. *IDS Bulletin*, 50 (2), 684—85. <https://doi.org/10.19088/1968-2019.120>.

Halde, C., Gagne, S., Charles, A., Lawley, Y. (2017). Organic no-till systems in eastern Canada: A review. *Agriculture*, 7, 36. <https://doi.org/10.3390/agriculture7040036>.

Häni, F., Braga, F., Stämpfli, A., Keller, T., Fischer, M., Porsche, H. (2003). RISE, a tool for holistic sustainability assessment at the farm level. *International Food and Agribusiness Management Review*, 6, 78—90.

Højte, S., Johansen, A. B., Fraas, E., Flatz, J. (2024). Impact and Opportunities of the 2023—27 CAP Reform in Denmark, 1—64.

Ingemann, J. H. (2006). The Evolution of Organic Agriculture in Denmark. Centre for Comparative Welfare Studies, Institut for Økonomi, Politik og Forvaltning, Aalborg Universitet.

Janssen, M., Hamm, U. (2011). Consumer Perception of Different Organic Certification Schemes in Five European Countries. *Organic Agriculture*, 1(1), 31—43. <https://doi.org/10.1007/s13165-010-0003-y>.

Jameson, P., Midtby, L., Walbom, L., Møller, S. S., Mikkelsen, J. (2024). The Potential of Regenerative Agriculture in Denmark. Boston Consulting Group. USA.

Jespersen, L. M., Baggesen, D. L., Fog, E., Halsnæs, K., Hermansen, J. E., Andreasen, L., Strandberg, B., Sørensen, J. T., Halberg, N. (2017). Contribution of organic farming to public goods in Denmark. *Organic Agriculture*, 7, 243—266. <https://doi.org/10.1007/s13165-017-0193-7>.

Jensen, K. L., Pedersen, E. (2015). Status og udvikling i dansk økologi i perioden 2005—2014 (status and development of the Danish organic sector, 2005—2014). (2015). In: Jespersen, L. M. Økologiens bidrag til samfundsgoder. ICROFS.

Jørgensen, J. R., Enni, J. A., Dalgaard, T., Horsted, K., Ingvorsen, B., Jakobsen, M., Jensen, E. H., Kongsted, A. G., Thorsøe, M. H., Kristensen, H. L., Pedersen, L. J., Pedersen, T. M., Rasmussen, C., Trkulja, I. (2024). Regenerativ landbrug i økologisk landbrug — en vidensyntese. Rådgivningsrapport fra DCA — Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33546.07369>.

Joergensen, M. S. (2007). Organic Food in Denmark — from Grass Root Initiative to Market Niche: Potentials and Barriers for Further Sustainable Transition. *Environmental Engineering and Management Journal*, 6(5), 381—389. <https://doi.org/10.30638/eemj.2007.046>.

Knudsen, M. T., Kristensen, I. S., Berntsen, J., Petersen, B. M., Kristensen, E. S. (2006). Estimated N leaching losses for organic and conventional farming in Denmark. *The Journal of Agricultural Science*, 144(2), 135—149. <https://doi.org/10.1017/S0021859605005812>.

Kot, A., Frąc, M., Lipiec, J., Usowicz, B. (2015). Biological activity and microbial genetic diversity of bare-fallow and grassland soils. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 65(7), 648—657.

- Levin, G., Langer, V., Frederiksen, P. (2006). Structural development in Danish agriculture and its implications for farmland nature. In: Changing European farming systems for a better future. Wageningen Academic. Netherlands. https://doi.org/10.3920/9789086865727_102.
- Løes, A.-K., Dýrmondsson, Ó. R., Kreismane, D., Mikkola, M., Pehme, S., Rasmussen, I. A., Skulskis, V., Wiwstad, M. (2015). The organic sector in the nordic-baltic region — what is achieved, and what is challenging further growth? 25th Congress Nordic view to sustainable rural development, 79—84.
- Merfield, C., Manhire, J., Moller, H., Rosin, C., Norton, S., Carey, P., Hunt, L., Reid, J., Fairweather, J., Bengé, J., Le Quellec, I., Campbell, H., Lucock, D., Saunders, C., MacLeod, C., Barber, A., McCarthy, A. (2015). Are organic standards sufficient to ensure sustainable agriculture? Lessons from New Zealand's argos and sustainability dashboard projects. *Sustainable Agriculture Research*, 4, 158—172. <https://doi.org/10.5539/sar.v4n3p158>.
- Minasny, B., McBratney, A. B. (2018). Limited effect of organic matter on soil available water capacity. *European Journal of Soil Science*, 69, 39—47. <https://doi.org/10.1111/ejss.12475>.
- Nima, D., Aulakh, C. S., Sharma, S., Kukal, S. S. (2021). Assessing soil quality under long-term organic Vis-à-Vis chemical farming after twelve years in North-Western India. *Journal of Plant Nutrition*, 44, 1175—1192. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1862195>.
- Noe, E. (2006). The paradox of diffusion of organic farming: a case study in Denmark. *Sociological perspectives of organic agriculture: from pioneer to policy*, 210—226. <https://doi.org/10.1079/9781845930387.0210>.
- Oudshoorn, F. W., Sørensen, C. A. G., de Boer, I. J. M. (2011). Economic and environmental evaluation of three goal-vision based scenarios for organic dairy farming in Denmark. *Agricultural Systems*, 104(4), 315—325. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.12.003>.
- Paull, J., Tuttunen, T. (2024). Nordic Pioneers of Biodynamic and Organic Agriculture. *European Journal of Development Studies*, 4(1), 23—30. <https://doi.org/10.24018/ejdevelop.2024.4.1.336>.
- Rabot, E., Wiesmeier, M., Schluter, S., Vogel, H. J. (2018). Soil structure as an indicator of soil functions: A review. *Geoderma*, 314, 122—137. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.11.009>.
- Shanmugam, S., Hefner, M., Labouriau, R., Trinchera, A., Willekens, K., Kristensen, H. L. (2022). Intercropping and fertilization strategies to progress sustainability of organic cabbage and beetroot production. *European Journal of Agronomy*, 140, 126590. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126590>.
- Sommer, S. G., Knudsen, L. (2021). Impact of Danish Livestock and Manure Management Regulations on Nitrogen Pollution, Crop Production, and Economy. *Frontiers in Sustainability*, 2, 658231. <https://doi.org/10.3389/frsus.2021.658231>.
- Tuck, S. L., Winqvist, C., Mota, F., Ahnström, J., Turnbull, L. A., Bengtsson, J. (2014). Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 51, 746—755. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12219>.
- Willer, H., Lernoud, J. (2016). The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2016; Research Institute of Organic Agriculture (FiBL): Frankfurt, Germany; IFOAM—Organics International: Bonn, Germany.
- Williams, D. M., Blanco-Canqui, H., Francis, C. A., Galusha, T. D. (2017). Organic farming and soil physical properties: An assessment after 40 years. *Agronomy Journal*, 109, 600—609. <https://doi.org/10.2134/agronj2016.06.0372>.