



UDK:577. 11: 577. 112. 82

Tolib RAJABOV,
O'zbekiston Milliy universiteti tayanch doktoranti
E-mail:rajabovtolib76@gmail.com
Shoxista TASHMUXAMEDOVA,
O'zbekiston Milliy universiteti professori, b.f.d
Moxupa XALQUZIEVA,
O'zbekiston Milliy universiteti dotsenti, PhD

TerDU dotsenti, b.f.n A.Sattorov taqrizi ostida

FERULA TADSHIKORUM O'SIMLIGI URUG'LARINI SELLULOZA CHIQINDILARI ASOSIDA OLINGAN BIOGIDROGEL BILAN INKAPSULLASH ORQALI UNUVCHANCHANLIGINI OSHIRISH

Аннотация

Maqolada selluloza chiqindilaridan foydalanilgan holda ekologik xavfsiz, ya'ni tuproqni ifloslantirmaydigan, oson parchalanadigan va yuqori suv ushlab qobiliyatiga ega gidrogel ishlab chiqilgan. Ushbu gidrogel tarkibida qumli tuproqlarda ham o'simlik ildizlarini zarur bo'lgan makro va mikroelementlar bilan ta'minlovchi bakterial hujayralar immobilangan holda biogidrogel olingan. Biogidrogel yordamida *Ferula tadshikorum* o'simligi urug'lari inkapsullanib ekilganda, uning unuvchanligiga bo'lgan ta'siri o'rganilgan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, biogidrogelga inkapsullangan urug'lar ekilganda, urug'larning unib chiqishi yaxshilangani, ildiz tizimining faollashuvi kuzatilgani natijasida o'simliklar fosfor, kaliy, kalsiy, kremniy, oltingugurt, azot kabi asosiy oziq moddalari bilan yaxshi ta'minlangan. Shuningdek, bu yondashuv o'simliklarning suvga bo'lgan talabini qondirishga xizmat qilgan, dorivor o'simlikni o'sish va rivojlanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatgan, fitopatogenlarga chidamliligini oshirib, hosildorlik va mahsulot sifatining yaxshilanishiga sabab bo'lgan. Tajribalar Surxondaryo viloyati lalmi yerlari misolida olib borilgan.

Kalit so'zlar: *Sellyuloza, ekologik, makro va mikroelementlar, immobilash, inkapsullash, Ferula tadshikorum, azot, fitopatogen.*

ПОВЫШЕНИЕ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН FERULA TADSHIKORUM ПУТЕМ ИНКАПСУЛЯЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОГЕЛЯ НА ОСНОВЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ОТХОДОВ

Аннотация

В данном исследовании был разработан экологически безопасный гидрогель с использованием целлюлозных отходов. Гидрогель является биоразлагаемым, не загрязняет почву и обладает высокой водоудерживающей способностью. Путем иммобилизации бактериальных клеток, способных обеспечивать корни растений необходимыми макро- и микроэлементами даже в песчаных почвах, был получен биогель. Изучено влияние инкапсуляции семян *Ferula tadshikorum* с использованием данного биогеля на их прорастание. По результатам эксперимента установлено, что инкапсулированные семена демонстрируют улучшенное прорастание, с активным развитием корневой системы, что способствует лучшему усвоению таких необходимых элементов, как фосфор, калий, кальций, кремний, сера и азот. Кроме того, данный подход удовлетворяет потребности растения в воде, положительно влияет на его рост и развитие, повышает устойчивость к фитопатогенам и способствует увеличению урожайности и улучшению качества продукции. Эксперименты проводились на богарных землях Surxandaryinskoy oblasti.

Ключевые слова: целлюлоза, экологический, макро- и микроэлементы, иммобилизация, инкапсуляция, *Ferula tadshikorum*, азот, фитопатоген.

IMPROVING THE GERMINATION OF FERULA TADSHIKORUM SEEDS BY ENCAPSULATION WITH A BIOGEL BASED ON CELLULOSE WASTE

Annotation

In this study, an environmentally safe hydrogel was developed using cellulose waste. The hydrogel is biodegradable, does not pollute the soil, and possesses high water-retention capacity. A biogel was obtained by immobilizing bacterial cells capable of supplying essential macro- and microelements to plant roots, even in sandy soils, into the hydrogel matrix. The impact of encapsulating *Ferula tadshikorum* seeds with this biogel on their germination was investigated. According to the results, encapsulated seeds showed improved germination, with increased root system activity, leading to better uptake of essential nutrients such as phosphorus, potassium, calcium, silicon, sulfur, and nitrogen. Furthermore, this approach helped meet the water requirements of the plant, had a positive effect on its growth and development, enhanced resistance to phytopathogens, and contributed to increased yield and product quality. The experiments were conducted on rainfed lands in the Surkhondaryo region.

Key words: Cellulose, ecological, macro- and microelements, immobilization, encapsulation, *Ferula tadshikorum*, nitrogen, phytopathogen.

Kirish. Bugungi kunda global iqlim o'zgarishlari, aholining tez o'sishi va qishloq xo'jaligi faoliyatining kengayishi natijasida suv resurslariga bo'lgan ehtiyoj keskin ortib bormoqda. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (WHO) hamda BMTning Yevropa iqtisodiy komissiyasi (UNECE) ma'lumotlariga ko'ra, dunyo aholisi iste'mol qiladigan suvning 70 foizdan ortig'i aynan qishloq xo'jaligida, ayniqsa sug'orishga sarflanadi [1]. Ayni paytda esa ichimlik va sug'orish suvi zaxiralari tobora qisqarib

bormoqda, bu esa o'z navbatida oziq-ovqat xavfsizligiga, ekotizimlar barqarorligiga va inson salomatligiga tahdid solmoqda [2]. Suv tanqisligi ayniqsa, yarim cho'l va cho'l zonalarida joylashgan mintaqalarda keskin sezilmoqda. Bunday sharoitda qishloq xo'jaligida, xususan, dorivor o'simliklar yetishtirishda suvdan oqilona foydalanish, samarali agroteknik uslublarni joriy qilish va yangi biotexnologik yondashuvlarni ishlab chiqish dolzarb masalaga aylanmoqda [3]. O'simliklarning suvga bo'lgan ehtiyojini kamaytirish bilan birga, ularning dorivorlik xususiyatlarini saqlab qolish yoki oshirishga erishish eng muhim ilmiy yo'nalishlardan biridir. Xususan, sellyuloza asosida yaratilgan gidrogellari, bakterial biopreparatlar va biogidrogel texnologiyalari dorivor o'simliklarni kam suvda muvaffaqiyatli yetishtirish imkonini beruvchi innovatsion yechimlardan biri sifatida qaralmoqda. Bunday yondashuvlar tuproqdagi namlikni uzoq muddat saqlab qolish, o'simliklarni stress sharoitidan himoya qilish va o'simliklarning oziqlanishini yaxshilash orqali barqaror hosildorlikni ta'minlaydi [4]. Shu nuqtai nazardan, *Ferula tadshikorum* kabi dorivor o'simliklarni biogidrogel texnologiyalari yordamida yetishtirish, ularning ekologik barqarorligini ta'minlash va suv resurslarini tejashga xizmat qiladi. Bu esa nafaqat dori vositalariga ehtiyojni qondirish, balki atrof-muhitni muhofaza qilish nuqtai nazaridan ham muhim ilmiy-amaliy yo'nalish hisoblanadi.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. So'nggi 30 yil ichida gidrogellarni sintez qilish va ularni o'simliklar ustida qo'llashga doir ilmiy ishlarni keng ko'lamda olib borilmoqda. "Gidrogel" atamasi yunoncha "hydro" (suv) va "gel" (jel, ya'ni qattiq va suyuq holat oralig'idagi modda) so'zlaridan kelib chiqqan bo'lib, "suvli jel" degan ma'noni anglatadi. Bu termin ilk bor 1960-yillarda Otto Vixterle va Drahoslav Lim tomonidan ishlatilgan deb e'tirof etiladi. Ular poly(2-hydroxyethyl methacrylate) (polyHEMA) asosida suvni yuta oladigan tarmoqlangan polimer – gidrogelni yaratishga muvaffaq bo'lganlar [5].

Gidrogellar kelib chiqishiga qarab tabiiy va sun'iy (sintetik) guruhlarga bo'linadi. Bu tasnif ilmiy-amaliy jihatdan muhim ahamiyatga ega bo'lib, polimerning manbai nafaqat ekologik xavfsizlikka, balki gidrogelning turli sohalarda qanday funksional xususiyatlarga ega bo'lishiga ham bevosita ta'sir qiladi [6].

Tabiiy gidrogellar tarkibida sellyuloza, kraxmal, alginat, xitozan va jelatin kabi biopolimerlar mavjud bo'lib, ular o'zining biologik parchalanish xususiyati tufayli ekologik xavfsiz hisoblanadi. Bunday gidrogellar barqaror qishloq xo'jaligi amaliyotlarida qo'llash uchun qulay hisoblanadi [7]. Masalan, sellyulozadan tayyorlangan gidrogellar tuproqning namlikni ushlab qolish xususiyatini oshirib, hosildorlikni yaxshilashda samarali natija bergan. Shu bilan birga, qisqichbaqasimonlar qobig'idan olinadigan xitozan asosidagi gidrogellar mikroblarga qarshi ta'sir ko'rsatish xususiyati va yaxshi parchalanish qobiliyati sababli keng qo'llanmoqda. Bu xususiyatlar zararli mikroorganizmlardan o'simliklarni himoya qilishda muhim omil hisoblanadi [8]. Biroq, tabiiy gidrogellar, odatda, sintetik gidrogellarga nisbatan pastroq mexanik mustahkamlikka va suvni ushlab turish qobiliyatiga ega bo'ladi, bu esa ularning murakkab agroekologik sharoitlarda qo'llanilishini cheklab qo'yadi [9] [10].

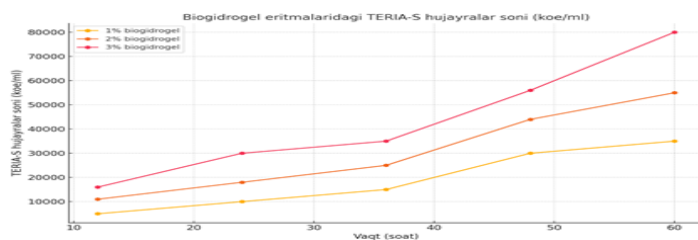
O'zbekiston sharoitida *Ferula* turkumiga mansub o'simliklarning biologiyasi va tabiiy zaxiralari U. Rahmonqulov (1981; 1999), S. Meliboev (1985), X. Nishonboeva (1972), I.U. Muqumov (1993), X. Raxmonov (2017), O. Avalboev (2020) tomonidan tadqiq etilgan. Bu turkumning anatomik va sitoembriologik xususiyatlari A.A. Butnik va boshqalar (2009), M.X. Bogdasarova (1990), S.S. Nazrullaeva va boshqalar (2008) tomonidan o'rganilgan. Shuningdek, uning kimyoviy va farmakologik xususiyatlariga A.I. Saidxodjaev (1984), G.K. Nikonov (1971), V.M. Mlikov (1998), farmakologik ta'siriga esa Raximov (2007) tomonidan ilmiy baho berilgan. M.G. Pimenov (1983) *Ferula* turkumining 10 ta yangi turini tasvirlab, ularning klassifikatsiyasini ishlab chiqqan va ularni 18 seksiyaga bo'lgan. U. Rahmonqulov (1999) va S. Meliboev kabi tadqiqotchilar tomonidan 20 dan ortiq *Ferula* turlarining tabiiy zaxiralari aniqlangan.

Bugungi kunda ushbu o'simlik turlarining ontogenezdagi biologik xususiyatlarini chuqur o'rganish, ularning smola (qatron) olish maqsadida plantatsiyalarini tashkil qilish hamda mavjud tabiiy maydonlardan oqilona foydalanish dolzarb ilmiy va amaliy vazifalardan biri bo'lib qolmoqda.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqot ob'ekti sifatida hozirda eng ko'p plantatsiya qilinayotgan va iqtisodiy samaradorligi yuqori bo'lgan dorivor o'simlik *F. tadshikorum* tanlab olindi. Sellyuloza chiqindilaridan foydalanilgan holda ekologik xavfsiz, ya'ni tuproqni ifloslantirmaydigan, oson parchalanadigan va yuqori suv ushlab qobiliyatiga ega gidrogelga Teria-s bakteriyal o'g'itni immobilizatsiya qildik. Olingan biogidrogel bilan *F. tadshikorum* urug'larini inkapullatsiya qilindi. Tadqiqot ishlari Surxondaryo viloyatining shimoliy va janubiy hududlarida olib borildi. Dastlabki tadqiqot ishlari va materiallarni to'plash ishlari 2022-2024 yillar davomida statsionar usulda olib borildi. *F. Tadshikorum* dorivor o'simligining tabiiy holda tarqalishi adabiyotlardagi manbalar asosida o'rganildi. Tadqiqot olib borilgan hududning tabiiy iqlim sharoiti O'zbekiston ob-havoni kuzatish markazi, Surxondaryo viloyati ob-havoni kuzatish markazlarining 2022-2024 yillardagi ma'lumotlar asosida o'rganildi. Dorivor o'simlik *F. Tadshikorum* ning urug'larini biogidrogel inkapsullab, dala sharoitida lalmi tuproqlarda 100 donadan qilib 3 takrorlanishda ekildi.

Tahlil va natijalar. Sellyuloza chiqindilari asosida sintez qilingan gidrogelga Teria-s bakteriyal o'g'itni adsorbsiyalash jarayoni amalga oshirildi. Buning uchun Eshbi ozuqa muhitidan 100 ml miqdorida olinib, unga 2,0 ml hajmda Teria-s bakteriyal o'g'itni qo'shildi va ushbu aralashma 3 kun davomida chuqur kul'tivatsiya jarayoniga yuborildi. Shundan so'ng, tayyorlangan suspenziya 180 aylanish/min tezlikda tebratgichda, 30–32 °C haroratda, 1,0%, 2,0% va 3,0% konsentratsiyadagi biogidrogel namunalari qo'shilib, 12 soatdan 60 soatgacha inkubatsiya qilindi. Inkubatsiya muddati tugagach, biogidrogelga biriktirilgan Teria-s hujayralari soni Goryaeva kamerasi yordamida aniqlanib hisoblab chiqildi. Olingan eksperimental natijalar 1-jadvalda bayon etilgan.

1-jadval

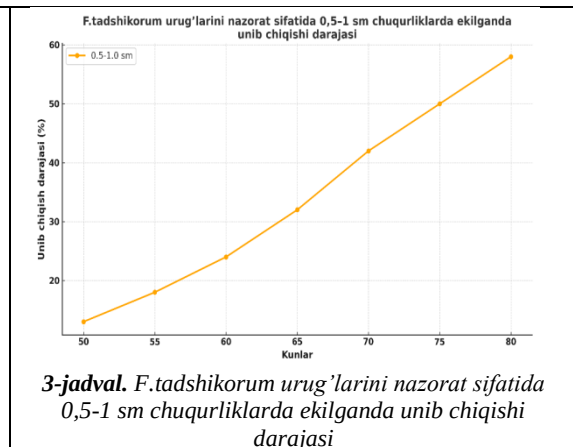
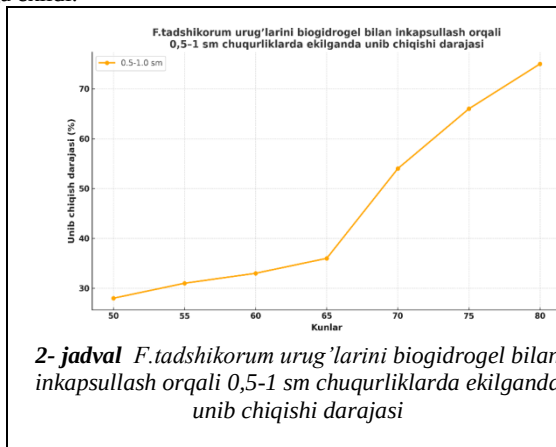


1-jadval. Biogidrogelga turli soatlarda (12-60 soat) immobillangan Teria-s hujayralarni soni (koe/ml)

Dorivor o'simliklardan plantatsiyalar yaratishda ekiladigan urug'larning sifati, ularning urug'larini turli chuqurlikda va biogidrogel bilan inkapsullash orqali ekilganda unib chiqish darajasi muhim ahamiyatga ega. Quyida kovrak urug'larini turli chuqurlikda va biogidrogel bilan inkapsullash ekilganda ularning unib chiqishi darajasi natijalari bayon qilinadi.

Ma'lumki, kovrak turkumi turlari tabiatda urug'lari yordamida ko'payadi. Ammo kovraklarning urug'larini unib biologiyasi, tuproqda unuvchanlik darajasi kam o'rganilgan va Surxondaryo viloyati sharoitida unuvchanligi juda ham past ko'rsatgichga ega.

F. tadshikorun urug'i uzunligi taxminan 1,5–2,0 sm, eni esa 0,8–1,0 sm bo'lib, ellipssimon yoki yassi shaklga ega va sirtida tuklar mavjud emas. Urug'larning absolyut massasi 35–40 grammgacha yetadi. Ularning tabiiy unib chiqishi uchun past harorat va tinchlik davri muhim ahamiyatga ega. Agar bu urug'lar ekishdan oldin biogidrogel bilan ishlov berilsa, o'simlikning suvga bo'lgan ehtiyoji 50–55% gacha kamayadi, ildiz tizimining rivojlanishi faollashadi, tuproqdagi oq sho'r, qora sho'r va gips moddalarini parchalana boshlaydi. Shu bilan birga, biogidrogel o'simliklarni fosfor, kaliy, kalsiy, azot, oltingugurt va boshqa zaruriy makro- hamda mikroelementlar bilan ta'minlab, tuproqning namligini ushlab turish qobiliyatini oshiradi. Bundan tashqari, u o'simliklarning turli kasalliklar va zararkunandalarga qarshi chidamliligini oshiradi, hosil sifati va miqdorini 30–35% ga ko'taradi hamda o'simlik immun tizimini mustahkamlaydi. *F. tadshikorun* urug'larining turli chuqurliklarda va kuz-qish fasllarida unib darajasini aniqlash maqsadida, 2022–2024 yillar davomida Surxondaryo viloyatining Boysun va Qiziriq davlat o'rmon xo'jaliklari hududlarida dala tajribalari o'tkazildi. Tajriba uchun ajratilgan maydonlar lalmi yerlar bo'lib, ularda hech qanday agroteknika tadbirlar amalga oshirilmadi. Urug'lar havo o'tkazuvchi qoplarda +4°C haroratda saqlanib, ularning yarmi biogidrogel yordamida biologik ishlovdan o'tkazildi. Shundan so'ng, 2022-yil dekabr oyida, ya'ni qish faslining boshida, urug'lar 0,5-1 sm chuqurlikda yerga ekildi.



F.tadshikorun urug'larini biogidrogel bilan inkapsullash orqali 0,5-1 sm chuqurliklarda ekilganda unib chiqishi darajasi quyidagi 2- jadvalda keltirilgan

Bu tajribalardan ko'rinib turibdiki, *F.tadshikorun* urug'larini ikki usulda biogidrogel bilan inkapsullash va nazorat sifatida ekib ko'rdik. Bunda quyidagi jadvallardan bilish mumkinki, biogidrogel bilan dorivor o'simliklarni urug'larini inkapsullab ekilganda ularning sug'orishni 50-55 % ga kamaytirdi, o'simliklarning ildiz tizimini rivojlantirdi, tuproqdagi oq sho'rni, qora sho'rni va gipsni parchalab beradi, fosfor, kaliy, kalsiy, azot, oltingugurt va boshqa makro-mikroelementlari bilan o'simliklarni ta'minladi, tuproqlarning sho'rlanish darajasini pasaytirdi, tuproqni nam ushlab qolish qobiliyatini oshirdi, o'simliklarni kasallanishidan va zararkundalar bilan zararlanishini ma'lum darajaga kamaytirdi, o'simlik hosilining sifati va hosilini 30-35% ga oshirdi, o'simlik immunitetini oshirdi. Biogidrogel bilan inkapsullangan urug'lar nazoratga nisbatan 20 % ko'proq unib chiqdi va o'sish va rivojlanishi jadalaroq bo'ldi.

Xulosa qilib aytganda, *F.tadshikorun* urug'lari biogidrogel bilan inkapsullash orqali yerga yuza sepilganda va 0,5-1,20 sm chuqurlikka ekilganda ularning unib chiqish darajasi yuqori bo'lishi aniqlandi. Urug'larning unib chiqish jarayoni urug' sepilgan kundan 45-55 kun o'tgach boshlanib, u 80-82- kunlari tugashi aniqlandi.

Xulosa o'rnida shuni aytish mumkinki *F.tadshikorun* urug'larini biogidrogel bilan inkapsullash orqali ekilganda o'simlikning urug'larni yaxshi unib chiqishiga, ildiz tizimining rag'batlantirishi natijasida, o'simliklarni fosfor, kaliy, kalsiy, kremniy, oltingugurt, azot va boshqa kerakli mikro –makro elementlar bilan oziqlanishi yaxshilandi, shuningdek, suvga bo'lgan ehtiyojini qondirishi natijada dorivor o'simliklar o'sib rivojlanishi, ularni fitopatogenlarga nisbatan chidamliligi oshib, hosildorlik va mahsulot sifati yaxshilanishiga erishildi. *Ferula tadshikorun* dorivor o'simligining biogidrogellarga inkapsullangan urug'lari lalmi tuproqlarda sepilgan ekilganda yuqori natija ko'rsatishi (75 %) va barcha variantlarda 65-70 kun oralig'ida urug'larning asosiy (ko'p) qismi unib chiqishi kuzatildi. *F.tadshikorun* dorivor o'simligini Surxondaryo viloyatining lalmi yerlarida katta – katta plantatsiyalarini tashkil qilish mumkin. *F.tadshikorun* dorivor o'simligini urug'larini sepilgan xolda plantatsiyalar xosil qilishga tavsiya beriladi. • Plantatsiyalarni o'rmon, tog'oldi hududlar, adirliklaridagi lalmi maydonlarda tashkil etish mumkin. Biogidrogelni Surxondaryo viloyati tuproqlariga tadbqiq etish *Ferula tadshikorun* dorivor o'simligi urug'larini unib chiqishini 50-55% dan 70-75% oshirishga erishildi va yuqori natijaga erishildi.

ADABIYOTLAR

1. WHO/UN-Water. (2021). *Progress on Integrated Water Resources Management: Global indicator 6.5.1 updates and acceleration needs*. Geneva: World Health Organization and UN-Water.
2. FAO. (2020). *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
3. Gleick, P. H. (2014). *The World's Water Volume 8: The Biennial Report on Freshwater Resources*. Island Press.

4. Ahmed, E. M. (2015). Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: A review. *Journal of Advanced Research*, 6(2), 105–121. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2013.07.006>
5. L. D. Wichterle O., «/Nature.,» *Hydrophilic gels for biological use*, pp. C. 117-118., 1960. – T. 185. – №. 4706. – .
6. P. S. K. e. al., « Prospects of hydrogels in agriculture for enhancing crop and water productivity under water deficit condition,» *International Journal of Polymer Science.*, т. T. 2022. – №. 1. , p. C. 4914836., 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/4914836> 15 pages.
7. P. Reddy, «Sustainable Intensification of Crop Production,» *Springer: Berlin/Heidelberg, Germany*, 2016. DOI:10.1007/978-981-10-2702-4.
8. C. Chang и L. Zhang, «Cellulose-based hydrogels: Present status and application prospects.,» *Carbohydr. Polym.*, T. %1 из %284., p. 40–53., 2011 <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.12.023>
9. Y. Xing, X. Zhang и X. Wang, «Enhancing soil health and crop yields through water-fertilizer coupling technology.,» *Front. Sustain.*, т. 8, p. 1494819., 2024 <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1494819>.
10. H. Wang, L. Wang, B. Yang, X. Li, R. Hou, Z. Hu и D. Hou, «Sustainable soil remediation using mineral and hydrogel: Field,» *J. Soils Sediments*, т. 23, p. 3060–3070., 2023 DOI:10.1007/s11368-023-0354-8