

A Bajti Nemesítő Telep agrárerdészeti rendszerében termelt kis télizöld (*Vinca minor* L.) antioxidáns és alkaloid tartalmának vizsgálata

Antioxidant and alkaloid content of lesser periwinkle (*Vinca minor* L.) plant grown in the agroforestry system of the Bajti Breeding Plant

Hofmann Tamás^{1*}, Szabó Bence Sándor², Visiné Rajczí Eszter³

¹ Környezet és Természetvédelmi Intézet, Erdőmérnöki Kar, Soproni Egyetem, Magyarország,
<https://orcid.org/0000-0002-1928-7879>

² Környezet és Természetvédelmi Intézet, Erdőmérnöki Kar, Soproni Egyetem, Magyarország,
<https://orcid.org/0009-0005-7038-4833>

³ Környezet és Természetvédelmi Intézet, Erdőmérnöki Kar, Soproni Egyetem, Magyarország,
<https://orcid.org/0000-0003-0723-9885>
<https://doi.org/10.47833/2026.2.AGR.001>

Kulcsszavak:

Agrárerdészet
Kis télizöld
Antioxidánsok
Alkaloidok
Talajtakarás

Keywords:

Agroforestry
Lesser periwinkle
Antioxidants
Alkaloids
Soil covering

Cikktörténet:

Beérkezett 2026. június 15.
Átdolgozva 2026. augusztus 10.
Elfogadva 2026. augusztus 20.

Összefoglalás

Jelen munkában vizsgáltuk a Bajti Nemesítő Telep agrárerdészeti rendszerében termesztett kis télizöld (*Vinca minor* L.) vegetációs időszak három különböző időpontjában gyűjtött mintáinak antioxidáns kapacitását FRAP és TPC módszerekkel és vinkamin tartalmát különböző talajtakarási módok mellett. Meghatároztuk, hogy a talajtakarások közül melyik a legkedvezőbb a jövőbeli termesztés szempontjából. A legmagasabb antioxidáns tartalmat az őszi, azon belül a geotextillel takart mintában, míg a legmagasabb vinkamin tartalmakat tavasszal ezen belül mulcsolás és méhlegelős termesztés esetében mértük. Az eredmények hozzájárulnak a jövőbeli, fenntartható és klímaadaptív termesztési technológiák kidolgozásához.

Abstract

The present study examined the antioxidant contents of lesser periwinkle (*Vinca minor* L.) collected at three different points during the growing season in the agroforestry system of the Bajti Breeding Station, using the FRAP and TPC methods, as well as the vincamine content, under different soil covering methods. We investigated which of the mulching methods would be most favorable for future cultivation. The highest antioxidant content was found in the autumn samples, specifically those covered with geotextile, while the highest vincamine contents were measured in the spring, particularly in the mulching and bee pasture cultivation. Results contribute to the development of sustainable, and climate-adaptive cultivation technologies in the future.

* Kapcsolattartó szerző.
E-mail cím: hofmann.tamas@uni-sopron.hu

1. Bevezetés

A klímaváltozás, a növekvő népesség élelmezése és az erősödő környezeti problémák napjainkban egyre nagyobb kihívást jelentenek a mezőgazdaság számára. Az agrárerdészet egy lehetséges gazdálkodási forma, amely jobb megoldást jelenthet a ma elterjedt gyakorlatokkal szemben. Olyan földhasználati rendszer, amely „fás szárú élő növények tervszerű termesztését jelenti mezőgazdasági haszonnövények termesztésére és/vagy állatok legeltetésre használt földterületen, valamilyen térbeli koncentrációban, vagy időbeli sorrendben; és a rendszer fás szárú és lágyszárú komponensei között szignifikáns kölcsönhatás áll fenn, akár ökológiai, akár gazdasági szempontból” [1], [2].

A hatékony termelés és a környezetvédelem egyidejű szükségessége lehetőséget teremt az agrárerdészet térnyerésére. Az agrárerdészet növelheti a termelékenységet megfelelő elrendezésben, mivel a fa- és növénytermesztő rendszerek kombinációja az erőforrások (például a napsugárzás vagy a víz) hatékonyabb kihasználásához vezet, az elkülönített fa- vagy növénytermesztő rendszerekhez képest [3]. Lehetőség nyílik a szélsőséges termőhelyek hatékonyabb kihasználására, illetve a korlátozottan hozzáférhető, nehezebben művelhető területeken, a kiscgazdálkodók számára nagyobb produktivitású és környezetbarát, a klíma szélsőségeinek jobban ellenálló termelésre [4].

A kis télizöld (*Vinca minor* L.) az Apocynaceae családba tartozó, élő, kúszó szárú félcserje (chamefiton), közép-európai-mediterrán faj [5], [6] (1. ábra). Az üde, humuszban gazdag talajt igényli. Magyarországon hegy- és dombvidéki faj, üde lombdőkben (főleg keményfás ligeterdők, gyertyános tölgyesek, bükkösök) és szegélyein fordul elő. Középhegységeinkben, és a Dunántúlon gyakori, a Kisalföldön szórványos, a Nagyalföldön ritka. Csíráképes magot csak nagyon ritkán érlel, vegetatív szaporodása számottevő, árnyéktűrő, de bírja a szántóföldi teljes megvilágítást is. Fagyérzékeny. Csapadékgényes, és a párás, védett fekvést kedveli; különösen fontos a május-augusztusi vízellátás. A talaj nitrogén ellátásának döntő szerepe van a terméshezamban [5].



1. ábra. A kis télizöld (*Vinca minor* L.). Fotó: Dr. Hofmann Tamás

A kis télizöld neuroprotektív, rákellenes, antimikrobiális, antioxidáns és sebgyógyító tulajdonságai miatt értékes: hasznosítja a gyógyszeripar, a kozmetika és a hagyományos orvoslás. Dísnövényként is jelentős szerepet tölt be. A folyamatos kutatások tovább bővítik terápiás és termékfejlesztéssel kapcsolatos lehetőségeit [7], [8].

A szakirodalmak alapján a kis télizöld legfontosabb fitoaktív hatóanyagai az antioxidánsok és az alkaloidok, melyek együttesen felelnek a növény pozitív élettani hatásaiért.

Az antioxidánsok olyan vegyületek, amelyek alacsony koncentrációban vannak jelen az oxidálható szubsztráthoz képest, és késleltetik vagy megakadályozzák annak oxidációját [9]. Elsősorban az élő szervezetek védekezési folyamataiban játszanak szerepet, de több más funkciójuk is ismert. Az antioxidánsok felépítésük alapján lehetnek enzimátikusak (pl. szuperoxid-diszmutáz, a kataláz, a glutation-peroxidáz és a glutation-reduktáz) vagy nem-enzimátikusak (pl. aszkorbinsav, polifenolok stb.). Hatásmechanizmusaik szerint beszélhetünk „elsődleges” vagy „másodlagos” antioxidánsokról [10].

Az alkaloidok olyan nitrogén tartalmú anyagok, amelyek bázikusak, savakkal sót képeznek, az emberi szervezetre erős és jellegzetes hatásuk van. Az alkaloidok multifunkcionális vegyületek a növényekben, amelyek elsősorban kémiai védelmet nyújtanak a kártevők és kórokozók ellen, de segítenek a stresszhez való alkalmazkodásban, a növekedés szabályozásában és az ökológiai interakciókban (pl. allelopátiás hatás), ezen kívül szerepük van a növények nitrogéntárolásában és növekedés-szabályozásában is [5]. Sokféleségük és hatékonyságuk miatt elengedhetetlenek a növények túléléséhez és ökológiai sikeréhez [11].

A kis télizöld legfontosabb antioxidánsai a polifenolos vegyületek, elsősorban a flavonoid (kempferol) glikozidok és a fenolkarbonsavak (klorogénsav, 2,3-dihidroxibenzoésav) [12]. A növényből több mint 50 indol alkalidot mutattak ki, ezek közül a legnagyobb mennyiségben a vinkamin található meg [7], [13], [14]. A vinkamint elsősorban a gyógyszeripar hasznosítja, idegvédő és értágító hatása miatt, illetve a rákkutatásnak és a gyógyszerfejlesztésnek is fontos vegyülete [15], [16]. Az extrakció, a készítmények és a biotechnológiai gyártás terén elért fejlődés tovább növeli ipari jelentőségét [17]. A vinkamin agyi értágító és nootropikum: széles körben használatos hatóanyag az agyi véráramlás javítására, az agyi érrendszeri elégtelenség kezelésére és a kognitív funkciók javítására szolgáló gyógyszerekben. Ipari mennyiségű, megfelelő minőségű előállítása jelentős kihívás és kutatások tárgyát képezi [18].

A növény környezete jelentősen befolyásolja annak növekedését, élettani folyamatait, és így a beltartalmi anyagok képződését is [19]. A növénytermesztésben különböző talajtakarási módokat alkalmaznak az optimális növekedés és beltartalom elérésére, a szélsőséges hatások mérséklésére. A szakirodalom alapján a talajtakarás és árnyékolás általában javítja a gyógynövények termesztési teljesítményét, mert csökkenti a gyomnyomást, mérsékli a párologást, javítja a talajnedvességet, és ezzel együtt gyakran a szekunder metabolitok bioszintézisét is elősegíti [20], [21]. A fóliamulcs alkalmazása a bajkáli csucsóka (*Scutellaria baicalensis* Georgi) gyökér-biomassza mennyiségének és flavonoid-tartalmának megemelését, míg a borsmenta (*Mentha piperita* L.) esetében a szintetikus fóliák (ezüstbarna és fekete agroszövet) alkalmazása a legmagasabb illóolaj-hozamot (5,88–7,50%) eredményezte. A szerves mulcsolás tekintetében a fenyőtű-mulcs is javította az illóolaj minőségét [20], míg az egyiptomi-lóhere-mulcs az articsóka (*Cynara cardunculus* L.) leveleiben 34%-kal növelte a teljes fenolos és cinarin tartalmat, anélkül, hogy az antioxidáns kapacitást befolyásolta volna [22]. A *Notopterygium franchetii* H. de Boissieu esetében a fűmulcs a legnagyobb mértékben növelte a hat fő gyökérkomponens teljes tartalmát, míg a szalma- és fóliatakarás a főgyökér biomasszát növelte [23]. A konzervációs talajművelés (forgatás nélküli talajművelés + szalma-takarás) a talaj mikrobiális közösségek szelektív dúsításán keresztül javítja a nitrogén-hasznosítást és csökkenti a nitrogén-oxid kibocsátást, ami közvetve támogatja az alkaloidok, flavonoidok, terpenoidok és szaponinok akkumulációját a növényekben [24].

Ugyanakkor a mulcshatás nem egységes: az olasz szalmagyopár (*Helichrysum italicum* (Roth) G. Don) esetében a lucerna-mulcs növelte a virágzati hozamot, miközben a legmagasabb összfenol-tartalmat a kontroll, a legmagasabb flavonoidtartalmat pedig az évelő mulcs eredményezte [25]. A termesztési módok a talaj mikrobiális közösségeinek módosításán keresztül is szabályozzák a szekunder metabolitok szintézisét [26], [27]. Az árnyékolás vizsgálata öt vizsgált fűszernövény esetében (kakukkfű (*Thymus vulgaris* L.), majoranna (*Origanum majorana* L.), oregano (*Origanum vulgare* L.), citromfű (*Melissa officinalis* L.), borsmenta) szintén bizonyította, hogy a szekunder metabolitok akkumulációja inkább a faj sajátosságától függ, mint a fényintenzitástól [28].

A kontrollált környezeti rendszerek a környezeti tényezők precíz szabályozása révén javíthatják a bioaktív komponensek konzisztenciáját és koncentrációját [29]. Összességében a talajtakarás és termesztési módok befolyásolják a gyógynövények fitoaktív komponenseit és összetételét, de a hatás faj- és környezetspecifikus [30], [31], [32] ami indokolja a jelen vizsgálataink relevanciáját, mivel az általunk vizsgált fajra még végeztek átfogó kísérleteket.

Jelen munkánk célja vizsgálni a 2021-ben kutatási céllal létrehozott Bajti Nemesítő Telep agrárerdészeti rendszerében termesztett kis télizöld (*Vinca minor* L.) vegetációs időszak három különböző időpontjában gyűjtött mintáinak antioxidáns kapacitását és vinkamin tartalmát különböző talajtakarási módok (mulcsolás, geotextília, méhlegelő, kontroll) mellett.

Kutatásunkban arra keressük a választ, hogy a jövőbeli alkalmazás szempontjából melyik termesztési mód lehet a legelőnyösebb; milyen hatása van az egyes talajtakarási módoknak az antioxidáns és vinkamin tartalomra, és hogyan változik a mennyiségük a különböző évszakokban.

2. Anyag és módszer

2.1. A mintaterület jellemzése

A kutatáshoz a minták a Bajti Nemesítő Telep területéről kerültek begyűjtésre. A telepet a Soproni Egyetem és az Erdészeti Tudományos Intézet kezeli. Célja az erdészeti génmegőrzés és nemesítés, nyár és fűz szaporítóanyag termelés. 2021-ben agrárerdészeti rendszert hoztak létre a telep területén. 17 sorban összesen 170 'I-214' fajtájú euroamerikai nyárat (*Populus euramericana* (Dode) Guiner cv. 'I-214') helyeztek el. A sorok között különböző lágyszárú növényfajokat termesztene, 8 parcellán a kis télizöldet. A körülbelül 0,5 hektáros területet vadkárelhárító kerítés védi [33]. Az egyes parcellák a sorok közt helyezkednek el, két különálló, véletlenszerűen elhelyezett parcellát készítettek mindhárom talajtakaráshoz. A mintaterületeket a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra. A bajti agrárerdészeti rendszer. A fényképeken a különböző talajtakarások láthatók (balról jobbra: méhlegelő, geotextil, mulcs, kontroll). A fényképek a júliusi mintavétel során készültek. (Fotók: Visiné Dr. Rajczai Eszter)

A geotextíliák különféle műanyagokból készült szövetek, melyeket évtizedek óta alkalmaznak a mezőgazdaságban is, mivel számos előnnyel és változatos felhasználási móddal rendelkeznek. A talajfelszínre helyezve megakadályozzák a gyomok növekedését, ami csökkenti a kémiai herbicidek és a kézi gyomlálás szükségességét, lassíthatják a víz áramlását, csökkentve a lefolyást és a tápanyagvesztést, megakadályozzák a víz elpárolgását [34], mérséklék a talaj hőmérsékletét, ezzel segítve a növényeknek elviselni az aszályt és a szélsőséges hőmérsékleti értékeket [35].

A mulcsozás szintén segít megőrizni a talaj nedvességtartalmát, megakadályozza a gyomok növekedését, és javítja a talaj szerkezetét. Hátránya azonban, hogy kártevőket és betegségeket hordozhat [36]. A fakéreg mulcs fokozza a növények növekedését, a talaj egészségét, a nedvességmegtartást és a betegségek kezelését. Lassú bomlása és a biológiai védekező szerekekkel való kompatibilitása miatt különösen hasznos a fenntartható mezőgazdaságban, emellett egyértelmű pozitív hatása van a talajfauna tömegére és diverzitására, javítja az élőhelyeket és táplálékforrást biztosít. A fakéreg mulcs ugyan rövid távon csökkenti a talajban rendelkezésre álló nitrogén mennyiségét a mikrobiális immobilizáció miatt, de idővel növelheti a talaj teljes nitrogéntartalmát és a mikrobiális nitrogénkészleteket. Az összességében elért hatás a talajtakaró tulajdonságaitól, az alkalmazás mértékétől és a talajgazdálkodási gyakorlatoktól függ [37].

A méhlegelők természetes "talajtakaróként" működnek, és értékes ökoszisztéma szolgáltatásokat nyújtanak. Védik a talajt a lefolyás mérséklésével és a talajerózió

megakadályozásával, a talaj nedvességtartalmának megtartását segítik. A méhlegelő élőhelyet biztosít a beporzó rovarok számára, fokozza a biodiverzitást (aminek a talajfauna talajra gyakorolt pozitív hatásában lehet jelentősége), illetve hozzájárul a kártevőpopuláció csökkentéséhez [38]. A méhlegelő legnagyobb előnyei a talajba való tápanyag visszapótlás és a párásabb mikroklíma létrehozása. A méhlegelő nagyrészt pillangós- (*Fabales*), fészkes- (*Asterales*) és keresztesvirágú (*Brassicales*) lágyszárúakból áll, sok ide tartozó faj nitrogényűjtő baktériummal él szimbiózisban, amely a talaj nitrogén utánpótlásában játszik szerepet [39], [40].

A *kontroll* terület a fasorokon kívül található, ahol nincs árnyékolás, és nem alkalmaztak talajtakarást sem.

2.2. Mintavétel, extrakció

A mintavétel három alkalommal történt: 2025. június 18-án, július 21-én és szeptember 29-én. Az egyes parcellákról véletlenszerűen válogatva, 200-250 g leveles hajtást gyűjtöttünk be, majd hűtőládában tároltuk. A mintát liofilizáltuk (Wave FD260 liofilizáló, Wave Trockensysteme GmbH, Bécs, Ausztria) és levegőtől elzárva, sötét helyen tároltuk az extrakcióig. Az extrakció előtt a mintákat kávédarálóban felaprítottuk és homogenizáltuk, majd 0,2 grammot mértünk be 50 ml-es centrifugacsövekbe, és 40 ml 50%-os vizes metanolt (v/v) adtunk hozzá. Ezután a mintákat ultrahangos fürdőbe helyeztük 3x10 percre (Elma Transsonic T570 ultrahangos fürdő, Elma Schmidbauer GmbH, Singen, Németország). A fürdő vizét az extrakció során 26 és 30 °C között tartottuk. A kivonatokat centrifugáltuk (2x10 perc, 13.000/min fordulatszámon) és a tisztított kivonatokat használtuk a kémiai elemzésekhez.

2.3. Mérési módszerek

Az antioxidáns kapacitást a FRAP (vas(III)-ion redukálóképességen alapuló antioxidáns kapacitás) és a TPC (Folin-Ciocalteu féle összes polifenol tartalom) módszerekkel határoztuk meg spektrofotometriásan (Shimadzu UV 2600, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japán) három párhuzamos mérést alkalmazva. A FRAP meghatározást Benzie és Strain módszere alapján végeztük el, 5 perc reakcióidő mellett [41]. Az abszorbancia mérés 593 nm-en történt, az eredményeket mg aszkorbinsav egyenérték/g száraz növényi anyag mértékegységben adtuk meg (mg AE/g sz.a.). A TPC meghatározás [42] során 100 µl extraktumhoz 400 µl 50%-os vizes metanolt, majd 2,5 ml Folin-Ciocalteu reagenst adtunk. Körülbelül 1 perc elteltével 2,0 ml 0,7 M Na₂CO₃-oldatot pipettáztunk a mintákhoz. Ezután az oldatokat 50°C-os vízfürdőbe helyeztük 5 percre, majd visszahűtés után az abszorbanciát 760 nm-en mértük. Az eredményeket mg galluszsav egyenérték/g száraz növényi anyag mértékegységben adtuk meg (mg GE/g sz.a.).

A vinkamin tartalmat nagynyomású folyadékkromatográfiával és UV detektálással határoztuk meg. Az elválasztáshoz egy Shimadzu LC-20 folyadékkromatográfot és egy Shimadzu SPD-M20A fotodiódasoros detektort alkalmaztunk (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japán) Állófázis: Phenomenex, Synergy Fusion C18, 2,6 µm, 150 mm x 4,6 mm oszlop + Phenomenex SecurityGuard ULTRA LC előtétoszlop. Kolonna hőmérséklet: 40 °C. Mintabevitel: 40 µl. Mozgófázis: A (víz + 0,05 M ammónium acetát) és B (acetonitril) gradiens (60% B (0-15 min), 100% B (15-20 min), 60% B (20-25 min) 1,2 ml/min áramlási sebességgel. A detektálás és mennyiségi kiértékelés 225-230 nm hullámhossztartományon történt vinkamin standard felhasználásával. Egy mintából három párhuzamos mérést végeztünk. Az eredményeket mg vinkamin/kg száraz növényi anyag mértékegységben adtuk meg (mg/kg sz.a.).

2.4. Kiértékelés

Az eredmények összehasonlításához a Statistica 8 nevű szoftvert (StatSoft Inc., Tulsa, USA) használtuk. A számolási módszer Tukey HSD, $p < 0,05$, a varianciák homogenitását Bartlett-próbával ellenőriztük.

3. Eredmények és tárgyalás

3.1. Antioxidáns tartalom

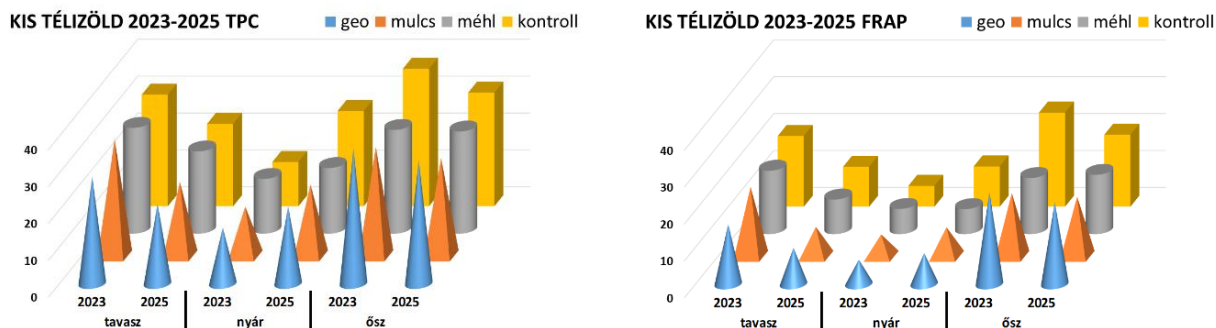
A minták antioxidáns (TPC, FRAP) kapacitás értékeit az 1. táblázat foglalja össze.

1. Táblázat. A 2025-ös kis télizöld minták TPC (mg GE/g sz.a.) és FRAP (mg AE/g sz.a.) antioxidáns kapacitás értékei (átlag $\pm$ szórás) különböző mintavételi időpontokban, különböző talajtakarások mellett. Adott módszernél az eltérő betűkombinációk szignifikáns különbséget jeleznek $p < 0,05$ szinten ($n=3$).

	TPC			FRAP		
	tavaszi	nyár	ősz	tavaszi	nyár	ősz
kontroll	22,3 $\pm$ 0,7 ^c	25,8 $\pm$ 0,7 ^d	30,8 $\pm$ 0,9 ^e	10,8 $\pm$ 0,2 ^e	10,9 $\pm$ 0,3 ^e	19,5 $\pm$ 0,6 ^g
geotextil	21,6 $\pm$ 0,8 ^{cb}	20,9 $\pm$ 1,1 ^{cb}	33,4 $\pm$ 1,0 ^f	9,8 $\pm$ 0,4 ^{ed}	8,4 $\pm$ 0,3 ^{bcd}	22,2 $\pm$ 1,2 ^h
mulcs	20,1 $\pm$ 0,3 ^{cba}	19,4 $\pm$ 0,5 ^{ba}	26,5 $\pm$ 0,7 ^d	8,0 $\pm$ 0,2 ^{abc}	7,9 $\pm$ 0,1 ^{ab}	16,2 $\pm$ 0,6 ^f
méhlegelő	22,3 $\pm$ 1,2 ^c	17,8 $\pm$ 0,1 ^a	27,7 $\pm$ 1,2 ^d	9,4 $\pm$ 0,2 ^{ecd}	6,8 $\pm$ 0,2 ^a	16,1 $\pm$ 0,6 ^f

Megállapítottuk, hogy a tavaszi mintákban nincs szignifikáns eltérés az egyes talajtakarási módszerek között, nyáron a kontroll minták antioxidáns tartalma enyhén magasabb a talajtakart mintákhoz képest, ami a fokozott napsütésnek való kitettséggel magyarázható [43]. A vegetációs időszak során a legmagasabb antioxidáns kapacitási értékeket ősszel mértük mindkét meghatározási módszerrel. Ezen belül is a geotextiles talajtakarással termesztett növényekben szignifikánsan magasabb az antioxidáns tartalom a kontroll és a többi talajtakarásos módszerhez képest.

Az eredmények megerősítik a korábbi (2023-as évben) mért tendenciákat, mely során szintén ősszel mutattuk ki a legmagasabb antioxidáns kapacitást a növényekben a geotextíliával takart és a kontroll növényekben [33]. A két évjárat antioxidáns kapacitásainak szezonális változását a 3. ábra mutatja.



3. ábra. A kis télizöld minták antioxidáns kapacitása különböző talajtakarások mellett, két különböző mintavételi évben a TPC (mg GE/G sz.a.) és a FRAP (AE/G sz.a.) módszerek alapján [33].

A 2023 és 2025 évek közötti egyik különbség az volt, hogy 2023-ban a nyári minták értékei enyhén alacsonyabbak, míg a tavaszi értékek jóval magasabbak a 2025-ös mintákhoz képest, melyet feltehetőleg a környezeti tényezők (évenkénti eltérő és egyre kiszámíthatatlanabb csapadék és a hőmérséklet terén erősödő változékonyság) okozhatnak. Mindezek indokolják a mérések szezononkénti ismétlését, az eredmények összehasonlításának szükségességét valamint az agráredzési rendszerek alkalmazásának fontosságát.

3.2. Alkaloid (vinkamin) tartalom

A kis télizöld alkaloid profilja rendkívül összetett, több mint 50 vegyület alkotja. Ezek közül a legnagyobb mennyiségben jelen lévő indol alkaloid a vinkamin [13], ezért vizsgálatainkban erre fókuszáltunk. A vinkamin kromatográfiás csúcsának identifikációja a növényi kivonatok kromatogramjában a vinkamin standarddal való retenció idő és UV spektrum egyezés, valamint a

növényi kivonat standard addíciójával (spiking) történt. A minták vinkamin tartalmait a 2. táblázat összegzi.

2. Táblázat. A 2025-ös kis télizöld minták vinkamin tartalma (átlag $\pm$ szórás) mg vinkamin/kg szárazanyag egységben különböző mintavételi időpontokban, különböző talajtakarások esetében. Az eltérő betűk és betűkombinációk szignifikáns különbséget jeleznek $p < 0,05$ szinten ($n=3$).

	Vinkamin (mg/kg sz.a)		
	tavaszi	nyári	ősz
kontroll	42,2 $\pm$ 6,0 ^b	13,5 $\pm$ 4,6 ^a	13,5 $\pm$ 2,2 ^a
geotextil	43,4 $\pm$ 11,5 ^b	13,5 $\pm$ 4,8 ^a	18,7 $\pm$ 0,1 ^a
mulcs	65,5 $\pm$ 3,7 ^c	11,9 $\pm$ 2,9 ^a	17,7 $\pm$ 3,5 ^a
méhlegelő	60,9 $\pm$ 3,0 ^c	20,2 $\pm$ 1,8 ^a	25,5 $\pm$ 9,6 ^a

A legmagasabb vinkamin tartalmakat a tavaszi mintákban mértük, ezek közül is a mulcs és méhlegelő talajtakarások mellett. A nyári és őszi mintáknak lényegesen alacsonyabb, egymástól szignifikánsan nem eltérő vinkamin tartalma volt. Az eredmények alapján a mulcs és a méhlegelő alkalmazásával jelentős emelkedés figyelhető meg a kontroll mintához képest a tavaszi időszakban. Ennek egyik magyarázata, hogy a mulcsolás a talajlakó szervezetekre van hatással, melyek a talaj tápanyagellátottságát javítják, ezáltal bizonyítottan elősegítik a nitrogéntartalmú extraktanyagok bioszintézisét [31], [32], mely kedvezően hathat az alkaloid tartalomra. Ehhez hasonlóan a méhlegelő alkalmazása is a talaj nitrogénellátottságát javítja, a pillangósvirágú növények gyökérzetén élő nitrifikáló baktériumokon keresztül [40], [44], ami pozitív hatással lehet a kis télizöld alkaloid tartalmára és ez indokolhatja a kontrollhoz képesti magasabb értékeket.

Eredményeink összhangban vannak a szakirodalmi adatokkal, melyek szerint a kis télizöld vinkamin tartalma földrajzi eredettől és a mintagyűjtés idejétől függően körülbelül 6-174 mg/kg sz.a. között mozog [7], [45]. Az alkaloidok koncentrációja a levelekben jelentősen magasabb, mint a szárazokban és gyökerekben, a többi alkaloid összetevő (pl. 1,2-dehidroaspidospermidin, vinkaminorein) lényegesen alacsonyabb mennyiségben vannak jelen [7]. A legmagasabb vinkamin koncentráció általában a virágzási időszakban (tavasszal) mérhető, és az irodalmak alapján a tartalom a fiatal és az érett levelek között is eltérhet [7], [13]. A környezeti tényezők, mint például a növekedési feltételek és a földrajzi elhelyezkedés, tovább befolyásolják a vinkamin felhalmozódását, így a különböző forrásokból származó, és éghajlati viszonyok között termesztett növények alkaloid profilja is eltérő lehet [7].

4. Következtetések

Jelen munkában vizsgáltuk a Bajti Nemesítő Telep agrárerdészeti rendszerében termesztett kis télizöld (*Vinca minor* L.) állományokból a vegetációs időszak három időpontjában gyűjtött mintáinak antioxidáns kapacitását FRAP és TPC módszerekkel, valamint a vinkamin tartalmát különböző talajtakarási módok mellett.

Mindkét antioxidáns kapacitási módszerrel ősszel mértük a legmagasabb értékeket a geotextillel takart és a kontroll minták esetében, mely adatok összhangban voltak a korábban (2023) mért értékekkel és tendenciákkal.

A szakirodalmi adatokkal egyezően tavasszal mértük a legmagasabb vinkamin tartalmakat. Eredményeink alapján a mulcsolás és méhlegelő termesztés kedvezően befolyásolja a vinkamin (és feltételezhetőleg az összes alkaloid) tartalmát a kontroll mintához képest, mintegy 35-40%-kal magasabb értékeket eredményezve, mely valószínűleg a talaj jobb víz- és tápanyagellátottságával magyarázható. Mivel a vinkamin jelentős gyógyszeripari hatóanyag és alapanyag, a megfelelő agrárerdészeti termesztési technológiák kidolgozásával és alkalmazásával a kutatás eredményei a gyakorlat számára is érdekesek, felhasználhatók lehetnek.

Kísérleteinket a jövőben ismételni fogjuk, és eredményeinket összevetjük a területre jellemző klímaadatokkal is az egyes évjáratok összehasonlítása céljából, a kutatást a hozam adatokra is

kiterjesztve. Eredményeink hozzájárulhatnak a jövőbeli, fenntartható és klímaadaptív termesztési technológiák kidolgozásához.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás megvalósítását a következő projektek támogatták: REFOREST - Agroforestry at the forefront of farming sustainability in multifunctional landscapes in Europe, 101060635 (<https://agroforest.eu/>), AGROSUS (Agroecological strategies for sustainable weed management in key European crops), 101084084 (<https://agrosus.eu/>).

Irodalomjegyzék

- [1] Vityi A., *Bevezetés az agrárerdészetbe*. Sopron: Soproni Egyetem Kiadó, 2024. Accessed: Jun. 12, 2026. [Online]. Available: <https://doi.org/10.35511/978-963-334-515-3>
- [2] A. Atangana, D. Khasa, S. Chang, and A. Degrande, "Definitions and Classification of Agroforestry Systems," in *Tropical Agroforestry*, A. Atangana, D. Khasa, S. Chang, and A. Degrande, Eds., Dordrecht: Springer Netherlands, 2014, pp. 35–47. doi: 10.1007/978-94-007-7723-1_3.
- [3] M. Torralba, N. Fagerholm, P. J. Burgess, G. Moreno, and T. Plieninger, "Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis," *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 230, pp. 150–161, Aug. 2016, doi: 10.1016/j.agee.2016.06.002.
- [4] S. Fahad *et al.*, "Agroforestry Systems for Soil Health Improvement and Maintenance," *Sustainability*, vol. 14, no. 22, p. 14877, Jan. 2022, doi: 10.3390/su142214877.
- [5] Hornok L., *Gyógynövények termesztése és feldolgozása*. Budapest: Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat, 1978. Accessed: Jun. 12, 2026. [Online]. Available: https://bookline.hu/product/home.action?_v=Dr_Hornok_Laszlo_Gyogynovenyek_termesz&type=20&id=41749
- [6] D. Bartha, G. Király, and R. Vidéki, *Növényismeret. (Alacsonyabbrendűek és lágyszárúak)*. Sopron, Magyarország: Mezőgazda Kiadó, Budapest és Soproni Egyetem Kiadó, Sopron, 2023.
- [7] A.-M. Neculai, G. Stanciu, and M. Mititelu, "Determination of Active Ingredients, Mineral Composition and Antioxidant Properties of Hydroalcoholic Macerates of Vinca minor L. Plant from the Dobrogea Area," *Molecules*, vol. 28, no. 15, p. 5667, Jan. 2023, doi: 10.3390/molecules28155667.
- [8] A. Ciorîță, C. Zăgrean-Tuza, A. C. Moț, R. Carpa, and M. Pârvu, "The Phytochemical Analysis of Vinca L. Species Leaf Extracts Is Correlated with the Antioxidant, Antibacterial, and Antitumor Effects," *Molecules*, vol. 26, no. 10, p. 3040, Jan. 2021, doi: 10.3390/molecules26103040.
- [9] B. Halliwell, "Antioxidants: The Basics-what they are and how to Evaluate them," in *Advances in Pharmacology*, vol. 38, H. Sies, Ed., Academic Press, 1996, pp. 3–20. doi: 10.1016/S1054-3589(08)60976-X.
- [10] M. Irshad and P. S. Chaudhuri, "Oxidant-antioxidant system: role and significance in human body," *Indian J Exp Biol*, vol. 40, no. 11, pp. 1233–1239, 2002.
- [11] S. Bhambhani, K. R. Kondhare, and A. P. Giri, "Diversity in Chemical Structures and Biological Properties of Plant Alkaloids," *Molecules*, vol. 26, no. 11, p. 3374, Jan. 2021, doi: 10.3390/molecules26113374.
- [12] S. M. Grujić, I. D. Radojević, S. M. Vasić, L. R. Čomić, and M. D. Topuzović, "Antimicrobial activity and some phytochemical analysis of two extracts Vinca minor L.," *Kragujevac Journal of Science*, no. 36, pp. 145–154, 2014, doi: 10.5937/KgJSci1436145G.
- [13] E. A. Stander *et al.*, "The Vinca minor genome highlights conserved evolutionary traits in monoterpene indole alkaloid synthesis," *G3 Genes[Genomes]Genetics*, vol. 12, no. 12, p. jkac268, Dec. 2022, doi: 10.1093/g3journal/jkac268.
- [14] R. Vrabec *et al.*, "Monoterpene indole alkaloids from *Vinca minor* L. (Apocynaceae): Identification of new structural scaffold for treatment of Alzheimer's disease," *Phytochemistry*, vol. 194, p. 113017, Feb. 2022, doi: 10.1016/j.phytochem.2021.113017.
- [15] M. A. Fawzy *et al.*, "Vincamine Modulates the Effect of Pantoprazole in Renal Ischemia/Reperfusion Injury by Attenuating MAPK and Apoptosis Signaling Pathways," *Molecules*, vol. 27, no. 4, p. 1383, Jan. 2022, doi: 10.3390/molecules27041383.
- [16] Y. Ren, K. DeRose, L. Li, J. C. Gallucci, J. Yu, and A. Douglas Kinghorn, "Vincamine, from an antioxidant and a cerebral vasodilator to its anticancer potential," *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, vol. 92, p. 117439, Sep. 2023, doi: 10.1016/j.bmc.2023.117439.
- [17] P. Dhyani *et al.*, "Anticancer potential of alkaloids: a key emphasis to colchicine, vinblastine, vincristine, vindesine, vinorelbine and vincamine," *Cancer Cell Int*, vol. 22, no. 1, p. 206, Jun. 2022, doi: 10.1186/s12935-022-02624-9.
- [18] H. Yin and Y.-H. Sun, "Vincamine-producing endophytic fungus isolated from *Vinca minor*," *Phytomedicine*, vol. 18, no. 8, pp. 802–805, Jun. 2011, doi: 10.1016/j.phymed.2011.01.005.
- [19] I. Nacif de Abreu and P. Mazzafera, "Effect of water and temperature stress on the content of active constituents of *Hypericum brasiliense* Choisy," *Plant Physiology and Biochemistry*, vol. 43, no. 3, pp. 241–248, Mar. 2005, doi: 10.1016/j.plaphy.2005.01.020.
- [20] A. Dragumilo *et al.*, "Mulching for Weed Management in Medicinal and Aromatic Cropping Systems," *Horticulturae*, vol. 11, no. 9, p. 998, Sep. 2025, doi: 10.3390/horticulturae11090998.

- [21] M. Thakur and R. Kumar, "Mulching: Boosting crop productivity and improving soil environment in herbal plants," *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, vol. 20, p. 100287, Feb. 2021, doi: 10.1016/j.jarmap.2020.100287.
- [22] A. Salata, A. Søkara, G. Pandino, G. Mauromicale, and S. Lombardo, "Living Mulch as Sustainable Tool to Improve Leaf Biomass and Phytochemical Yield of *Cynara cardunculus* var. *altilis*," *Agronomy*, vol. 13, no. 5, p. 1274, May 2023, doi: 10.3390/agronomy13051274.
- [23] S. Xu, R. Ma, S. Yang, T. La, X. Nan, and W. Kang, "Mulching effects on the quality formation of medicinal materials and rhizosphere soil microenvironment in *Notopterygium franchetii* in the Qinghai-Tibet Plateau," *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, vol. 49, p., Feb. 2025, doi: 10.36783/18069657rbcs20230105.
- [24] D.-C. Hao, C.-X. Li, P.-G. Xiao, H.-T. Xie, X.-L. Bao, and L.-F. Wang, "Conservation Tillage in Medicinal Plant Cultivation in China: What, Why, and How," *Agronomy*, vol. 13, no. 7, p. 1890, Jul. 2023, doi: 10.3390/agronomy13071890.
- [25] A. Curić, K. Hafner-Vuk, and T. Gavrić, "The influence of different types of mulch on the yield and content of bioactive compounds of immortelle," *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, vol. 53, no. 3, pp. 14721–14721, Sep. 2025, doi: 10.15835/nbha53314721.
- [26] C. Zhang, X. Zhong, S. Bao, M. Urtnasan, and M. Li, "Main factors affecting the efficacy of medicinal plants during the cultivation process," *Front. Plant Sci.*, vol. 16, Sep. 2025, doi: 10.3389/fpls.2025.1634926.
- [27] X. Liu *et al.*, "Shade and Fabric Mulching Drive Variation in Medicinal Compounds and Rhizosphere Bacterial Communities in *Epimedium sagittatum*," *Horticulturae*, vol. 11, no. 11, p. 1408, Nov. 2025, doi: 10.3390/horticulturae11111408.
- [28] N. Tmušić *et al.*, "Shading of Medical Plants Affects the Phytochemical Quality of Herbal Extracts," *Horticulturae*, vol. 7, no. 11, p. 437, Nov. 2021, doi: 10.3390/horticulturae7110437.
- [29] A. Dsouza, M. Dixon, M. Shukla, and T. Graham, "Harnessing controlled-environment systems for enhanced production of medicinal plants," *J Exp Bot*, vol. 76, no. 1, pp. 76–93, Jan. 2025, doi: 10.1093/jxb/erae248.
- [30] A. Al-Suwaidi and S. Al-Farsi, "Agricultural soil sustainability and its impact on secondary metabolite production in medicinal plants," *Int. J. Pharmacognosy Life Sci.*, vol. 6, no. 1, pp. 148–152, 2025, doi: 10.33545/27072827.2025.v6.i1b.162.
- [31] G. Wang, Y. Ren, X. Bai, Y. Su, and J. Han, "Contributions of Beneficial Microorganisms in Soil Remediation and Quality Improvement of Medicinal Plants," *Plants*, vol. 11, no. 23, p. 3200, Jan. 2022, doi: 10.3390/plants11233200.
- [32] P. Pant, S. Pandey, and S. Dall'Acqua, "The Influence of Environmental Conditions on Secondary Metabolites in Medicinal Plants: A Literature Review," *Chemistry & Biodiversity*, vol. 18, no. 11, p. e2100345, 2021, doi: 10.1002/cbdv.202100345.
- [33] Rajczi E. V., Benke D., and Hofmann T., "Talajtakarás és árnyékolás hatása légyszárúak antioxidáns kapacitására egy agrárérendszertben," *GEORGIKON FOR AGRICULTURE*, vol. 28, no. Suppl. 2, pp. 185–190, Jun. 2024.
- [34] E. E. Golia and V. Liava, "The use of geotextiles in agricultural soils and their effects on soil properties and nutrients availability. Are wastes plastics likely to become useful materials in agriculture?," *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, vol. 39, p. 101544, Jun. 2024, doi: 10.1016/j.scp.2024.101544.
- [35] C. W. Hsieh, "23 - Geotextiles in agriculture and aquaculture," in *Geotextiles*, R. M. Koerner, Ed., Woodhead Publishing, 2016, pp. 511–530. doi: 10.1016/B978-0-08-100221-6.00023-1.
- [36] P. Shirish, S. Kelkar, and S. Bhalerao, "Mulching: A Soil and Water Conservation Practice," *Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences*, vol. 1, pp. 2320–6063, May 2013.
- [37] X. Sun, G. Wang, Y. Ye, Q. Ma, Q. Guan, and D. L. Jones, "Response of nitrogen fractions in the rhizosphere and bulk soil to organic mulching in an urban forest plantation," *J. For. Res.*, vol. 32, no. 6, pp. 2577–2588, Dec. 2021, doi: 10.1007/s11676-021-01310-2.
- [38] N. M. Williams, A. Buder, L. Rowe, and K. Ward, "Wildflower plantings enhance nesting opportunities for soil-nesting bees," *Ecological Applications*, vol. 34, no. 2, p. e2935, 2024, doi: 10.1002/eap.2935.
- [39] I. M. Clark, D. J. Hughes, Q. Fu, M. Abadie, and P. R. Hirsch, "Metagenomic approaches reveal differences in genetic diversity and relative abundance of nitrifying bacteria and archaea in contrasting soils," *Sci Rep*, vol. 11, no. 1, p. 15905, Aug. 2021, doi: 10.1038/s41598-021-95100-9.
- [40] C. Paungfoo-Lonhienne, W. Wang, Y. K. Yeoh, and N. Halpin, "Legume crop rotation suppressed nitrifying microbial community in a sugarcane cropping soil," *Sci Rep*, vol. 7, no. 1, p. 16707, Dec. 2017, doi: 10.1038/s41598-017-17080-z.
- [41] I. F. F. Benzie and J. J. Strain, "The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of 'Antioxidant Power': The FRAP Assay," *Analytical Biochemistry*, vol. 239, no. 1, pp. 70–76, Jul. 1996, doi: 10.1006/abio.1996.0292.
- [42] V. L. Singleton and J. A. Rossi, "Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents," *Am J Enol Vitic.*, vol. 16, no. 3, pp. 144–158, Jan. 1965, doi: 10.5344/ajev.1965.16.3.144.
- [43] S. Milić Komić *et al.*, "Differential Antioxidant Response to Supplemental UV-B Irradiation and Sunlight in Three Basil Varieties," *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 24, no. 20, p. 15350, Jan. 2023, doi: 10.3390/ijms242015350.
- [44] I. M. Clark, D. J. Hughes, Q. Fu, M. Abadie, and P. R. Hirsch, "Metagenomic approaches reveal differences in genetic diversity and relative abundance of nitrifying bacteria and archaea in contrasting soils," *Sci Rep*, vol. 11, no. 1, p. 15905, Aug. 2021, doi: 10.1038/s41598-021-95100-9.
- [45] M. Koel, M. Kuhtinskaja, and M. Vaher, "Extraction of bioactive compounds from *Catharanthus roseus* and *Vinca minor*," *Separation and Purification Technology*, vol. 252, p. 117438, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.seppur.2020.117438.