



A MAGYAR
TUDOMÁNY
ÜNNEPE

MTA

Gombák és meteorológia: a mesterséges neurális háló egy gyakorlati alkalmazása



Somfalvi-Tóth Katalin*, Pál-Fám Ferenc, Jócsák Ildikó

2024. november 14-15.

*Egyetemi adjunktus, MATE Kaposvári Campus

50. Meteorológiai Tudományos Napok



A MAGYAR
TUDOMÁNY
ÜNNEPE

MTA

A nagygombák világa

Rengeteg hiedelem, babona, tévhit,
népi szájhagyomány útján átadott „tudás”

Nagygombák kutatottsága lemaradásban van

Globálisan kb. 1-1.5 millió gombafaj, ebből kb. 30.000 nagygomba faj

Az ország területének 50%-a nagygombák szempontjából feltáratlan terület

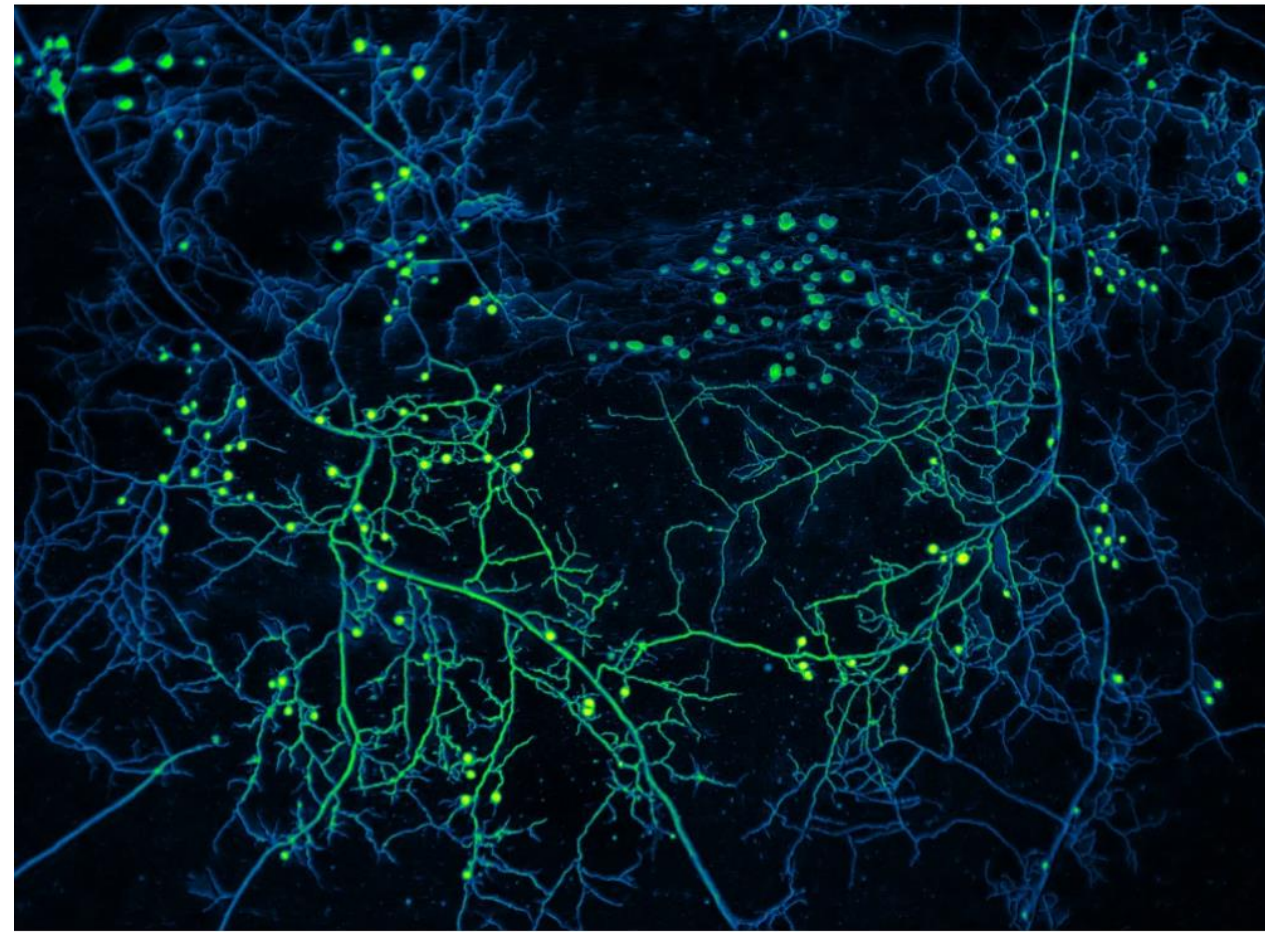
Jelentős az ökológiai, indikátor és természetvédelmi szerepük



A nagygombák felépítése



Forrás: Leonardo Massa



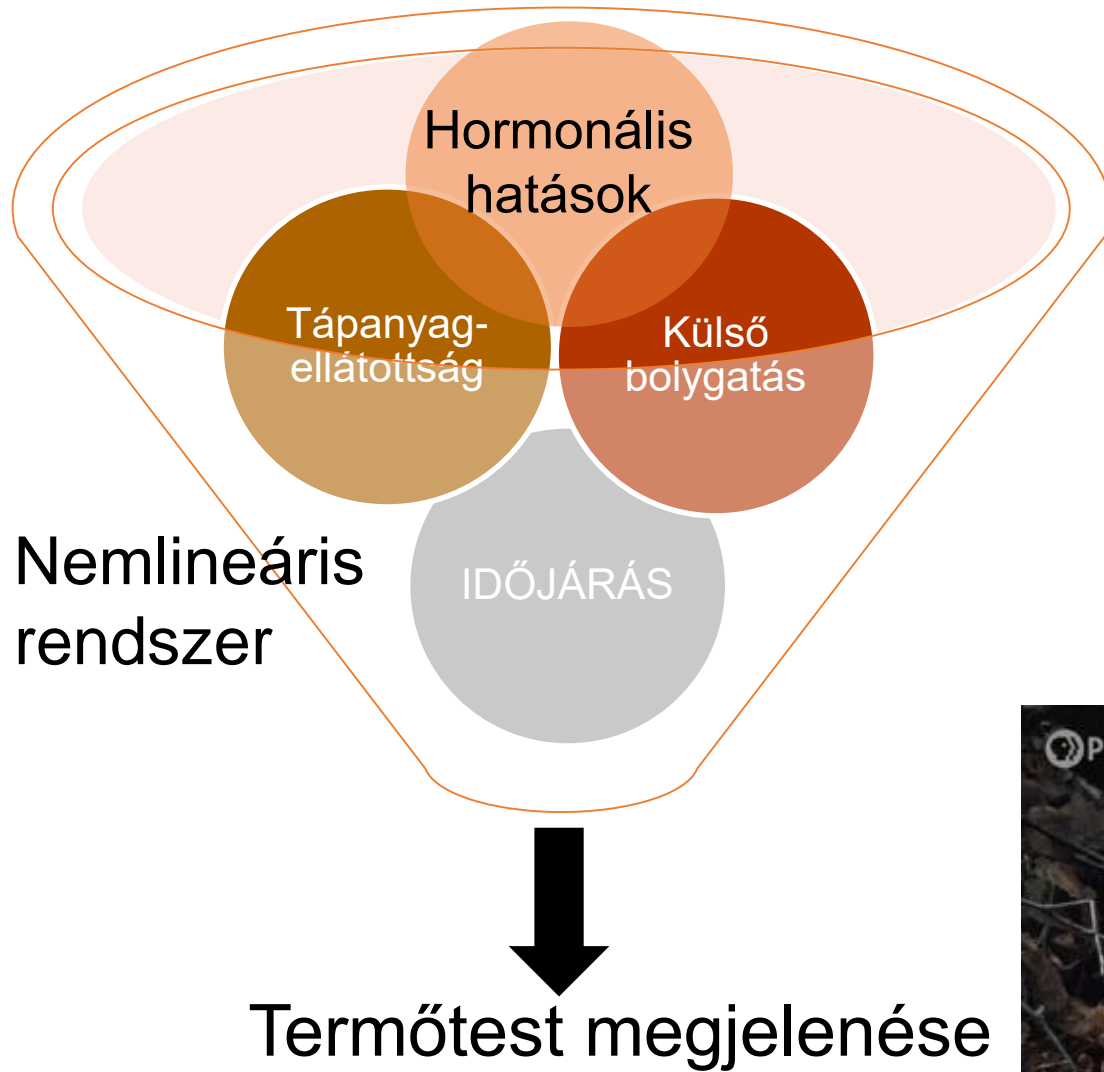
fotó: Lorato Oyarte Galvez

Gombafonalak (hifák) alkotják

Hifák kötegei → Micélium → behálózza a talajt → ez maga a „növény” (analógia)

„Gomba” népnyelv szerint → Termőtest → „termés” (analógia) → Spórák

A termőtest megjelenése



Forrás: Országos Erdészeti Egyesület



Forrás: BBC

Adatok gyűjtésének korlátai

Nagy területen mozaikszerű micélium hálózat → véletlenszerű termőtestképzés → nagy terület átvizsgálása

Körülményes és költséges felvételezési eljárás

Évente 5 alkalom felvételezési nap

Minimum három egymást követő év (Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer)

Minden pontban nem ismertek a termőtestképzést aktiváló tényezők (időjárás, hormonális hatások, lokális zavaró tényezők..stb.)

NAGYON HOSSZÚ IDŐ ALATT KEVÉS ADAT ÁLL RENDELKEZÉSRE EGY NEMLINEÁRIS RENDSZERRŐL



Forrás: Országos Erdészeti Egyesület

Célkitűzés

Cél:

Termőtest előrejelzés



Online elérhető
meteorológiai adatok

Elvárás:
hatékonyabb felvételezési
folyamat

Terepmunka:
nagy anyagi és emberi
hozzájárulás

Biológiai folyamatok
nem teljesen ismertek

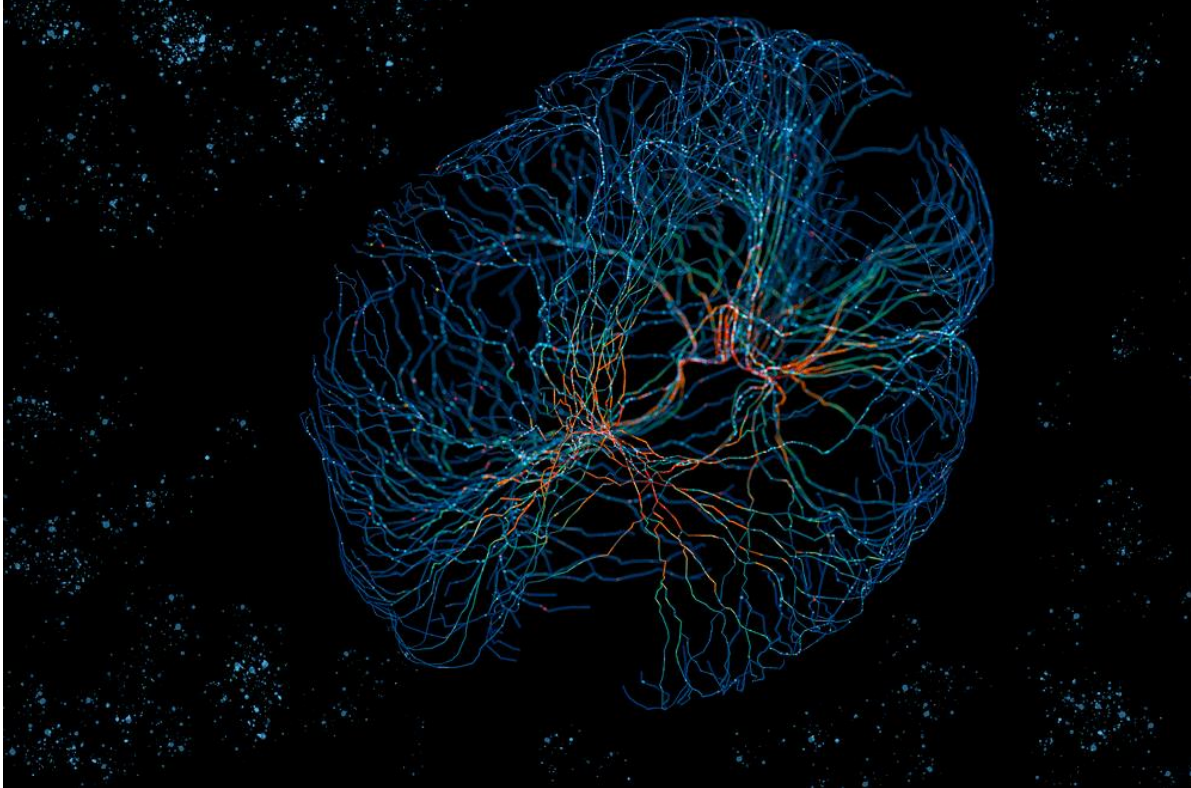


Image: Christine Daniloff, MIT

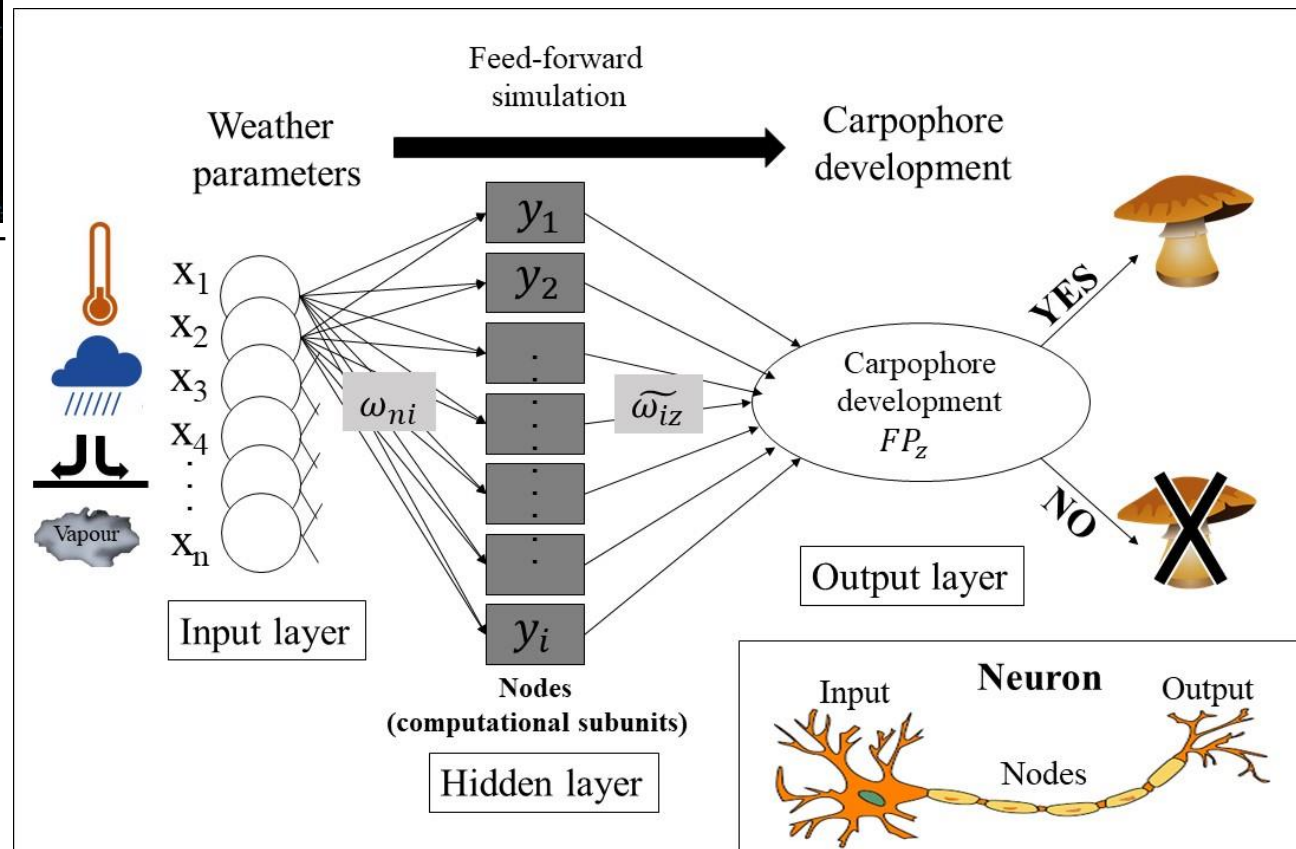
Módszertan kiválasztása

Meteorológiai tényezők bizonyítottan szoros összefüggésben vannak a gombatestek megjelenésével, de nem lineáris a kapcsolat

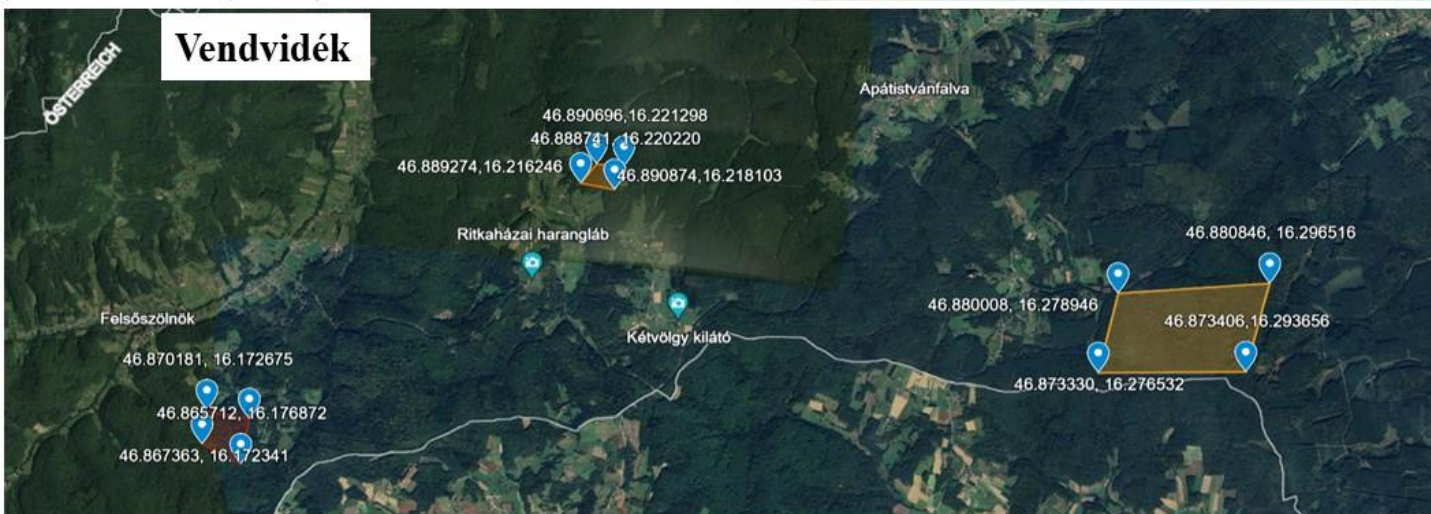
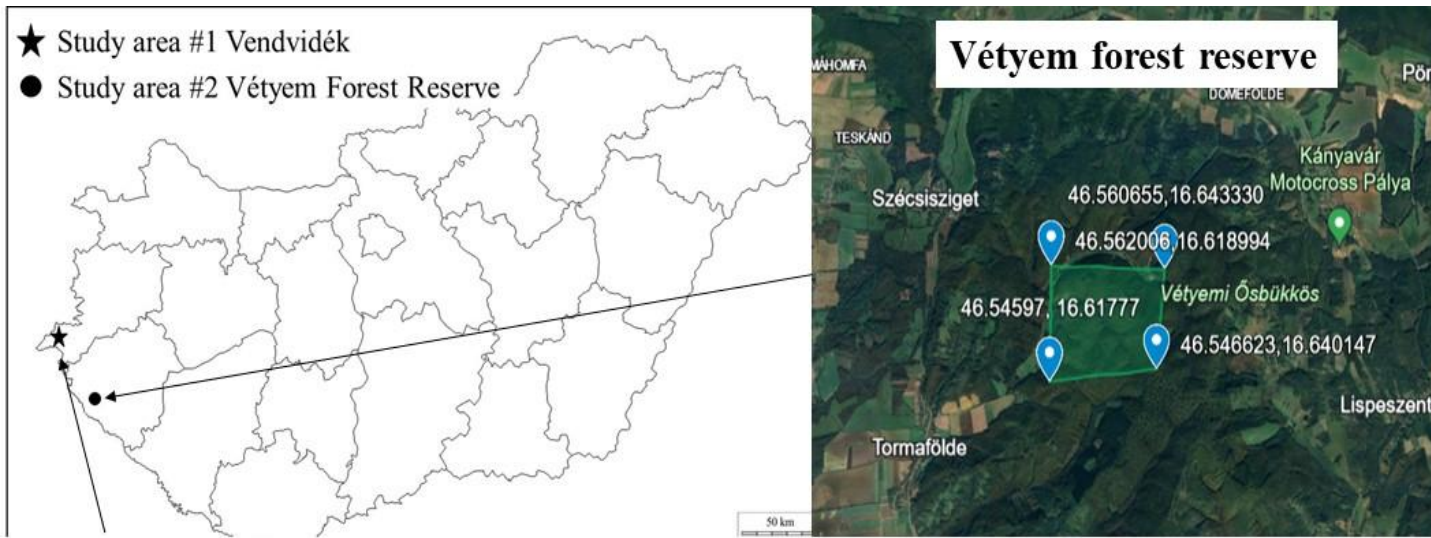
Új módszertan:

Mesterséges neurális háló

- Gombafarmokon alkalmazzák
- Természetes körülmények között nincs szakirodalom



Vizsgált helyszínek



**Vétyemi erdőrezervátum:
egy körzet**

Vendvidék: három körzet

**Nagygombákban gazdag
terület**

**Viszonylag érintetlen, kevés
a külső zavaró tényező**

Vizsgált időszak

2016 – 2020 között (5 év)

Felvételezési hónapok:

Június, Július, Szeptember, Október,
November

Összesen 28 felvételezési nap

A vizsgálati helyszínek szisztematikus
átkutatása nagy létszámmal

Több száz gombafaj → 13 faj kiválasztása



Vizsgált fajok

2 genus-ból (nemzetség)
összesen 13 faj kiválasztása

Amanita fajok - Galócák

1. *Amanita mairei* Foley;
2. *Amanita pachyvolvata* (Bon) Krieglst.;
3. *Amanita pantherina* (DC.) Krombh.;
4. *Amanita phalloides* (Vaill. ex Fr.) Link;
5. *Amanita rubescens* Pers.;
6. *Amanita vaginata* (Bull.) Lam.

Russula fajok - Galambgombák

1. *Russula antropurpurea* (Krombh.) Britzelm.;
2. *Russula grata* Britzelm.;
3. *Russula heterophylla* (Fr.) Fr.;
4. *Russula nigricans* Fr.;
5. *Russula ochroleuca* Fr.;
6. *Russula olivacea* (Schaeff.) Fr.;
7. *Russula virescens* (Schaeff.) Fr.



Russula nigricans



Amanita pantherina



Russula grata



Amanita pachyvolvata



Russula heterophylla



Amanita rubescens

Meteorológiai paraméterek

HungaroMet rácsponti,
homogenizált adatbázisa

A vizsgálati helyszínekre eső
rácspontok száma 1-1 db

Származtatott meteorológiai paraméterek:

Átlaghőmérséklet (°C)

1 hét, 2 hét, 3 hét, 4 hét

Hőösszeg (°C)

1 hét, 2 hét, 3 hét, 4 hét

Csapadékösszeg (mm)

1 hét, 2 hét, 3 hét, 4 hét

Relatív nedvesség (%)

1 nap, 3 nap, 1 hét, 2 hét, 3 hét, 4 hét

Légnyomás-változás

1 nap



Módszertani folyamatábra

Időjárási paraméterek kiválasztása

1. Nemzetség szint

Russula



Amanita



Tsum_3 hét

Tsum_3hét

Nyomás-vált.

Nyomás-vált.

RH_3nap

2. Fajspecifikus szint

R. atropurpurea

A. mairei

R. grata

A. pachyvolvata

R. heterophylla

A. pantherina

R. nigricans

A. phalloides

R. ochroleuca

A. rubescens

R. olivacea

A. vaginata

R. virescens

Adatok véletlenszerű particionálása

Tanuló adatsor 70%

Teszt adatsor 30%

ANN alkalmazása
minden
Amanita és *Russula*
fajra

Eredmény:
IGEN/NEM

Kontingencia-táblázat

Verifikáció

Tanuló adatsor és Teszt adatsor eredményeire

1. Előrejelzés megbízhatósága Nemzetség szint



Tanuló adatsor

Teszt adatsor



Tanuló adatsor

Teszt adatsor

2. Előrejelzés megbízhatósága Fajspecifikus meteorológia

A. mairei

Tanuló adatsor

A. pachyvolvata

Teszt adatsor

A. pantherina

A. phal *R. atropurpurea*

A. rube *R. grata*

A. vagi *R. heterophylla*

Tanuló adatsor

R. nigricans

R. ochroleuca

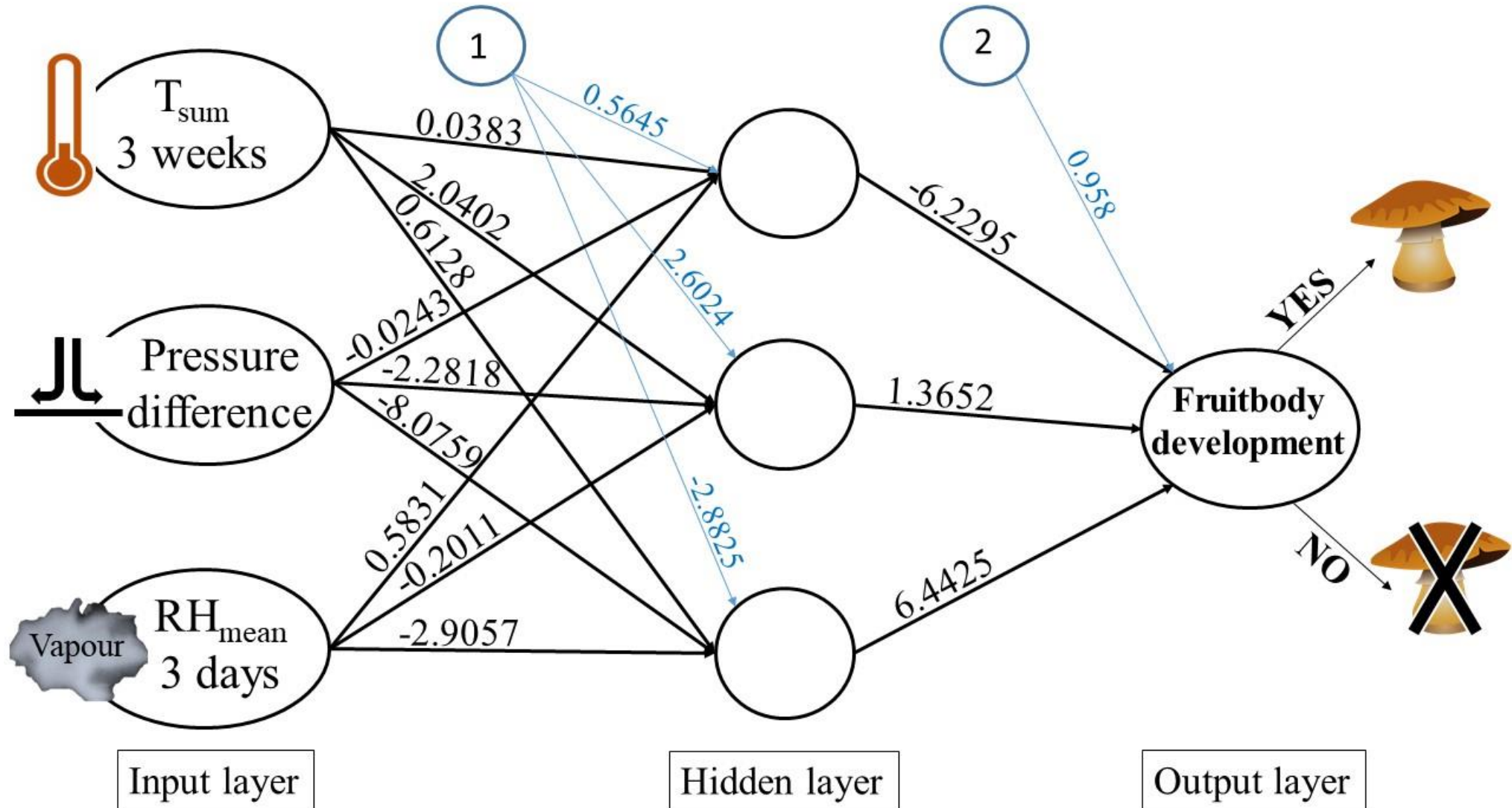
R. olivacea

R. virescens

Teszt adatsor

Példa ANN sematikus ábrája

Amanita mairei F.



Eredmények

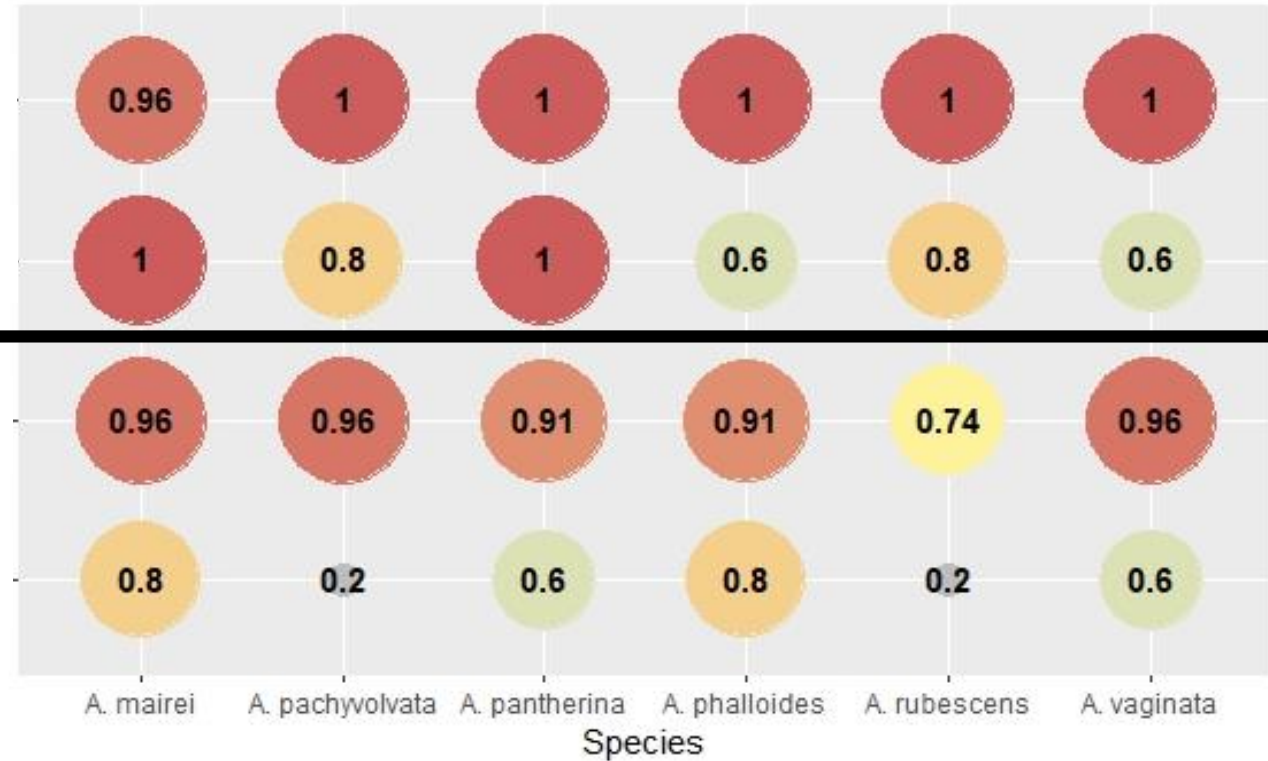
Accuracy - Pontosság

Fajspecifikus, tanuló

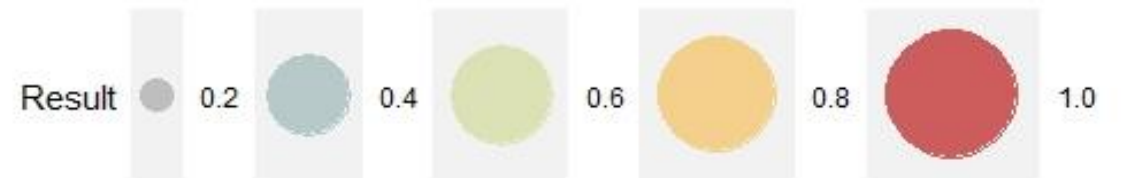
Fajspecifikus, teszt

Nemzetség, tanuló

Nemzetség, teszt



$$ACC = \frac{A + D}{A + B + C + D}$$



		Megfigyelt termőtest	
		Van	Nincs
Előre- jelzés	Van	a = helyes pozitív	b = hibás riasztás
	Nincs	c = mulasztás	d = helyes negatív

Eredmények

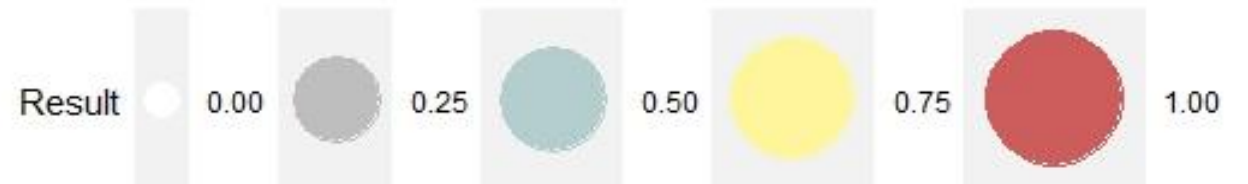
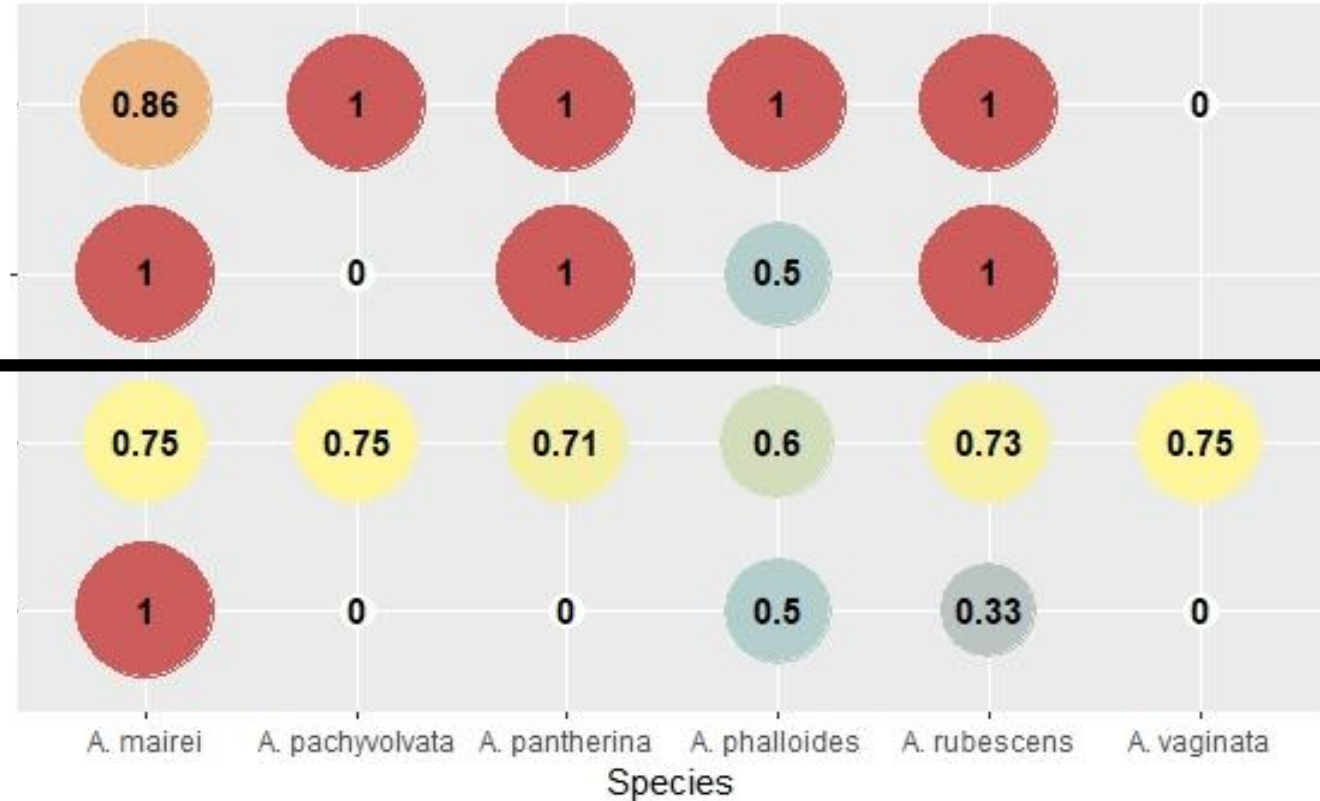
POD - Találathi arány

Fajspecifikus, tanuló

Fajspecifikus, teszt

Nemzetség, tanuló

Nemzetség, teszt



$POD = \frac{A}{A + C}$		Megfigyelt termőtest	
		Van	Nincs
Előre- jelzés	Van	a = helyes pozitív	b = hibás riasztás
	Nincs	c = mulasztás	d = helyes negatív

Eredmények

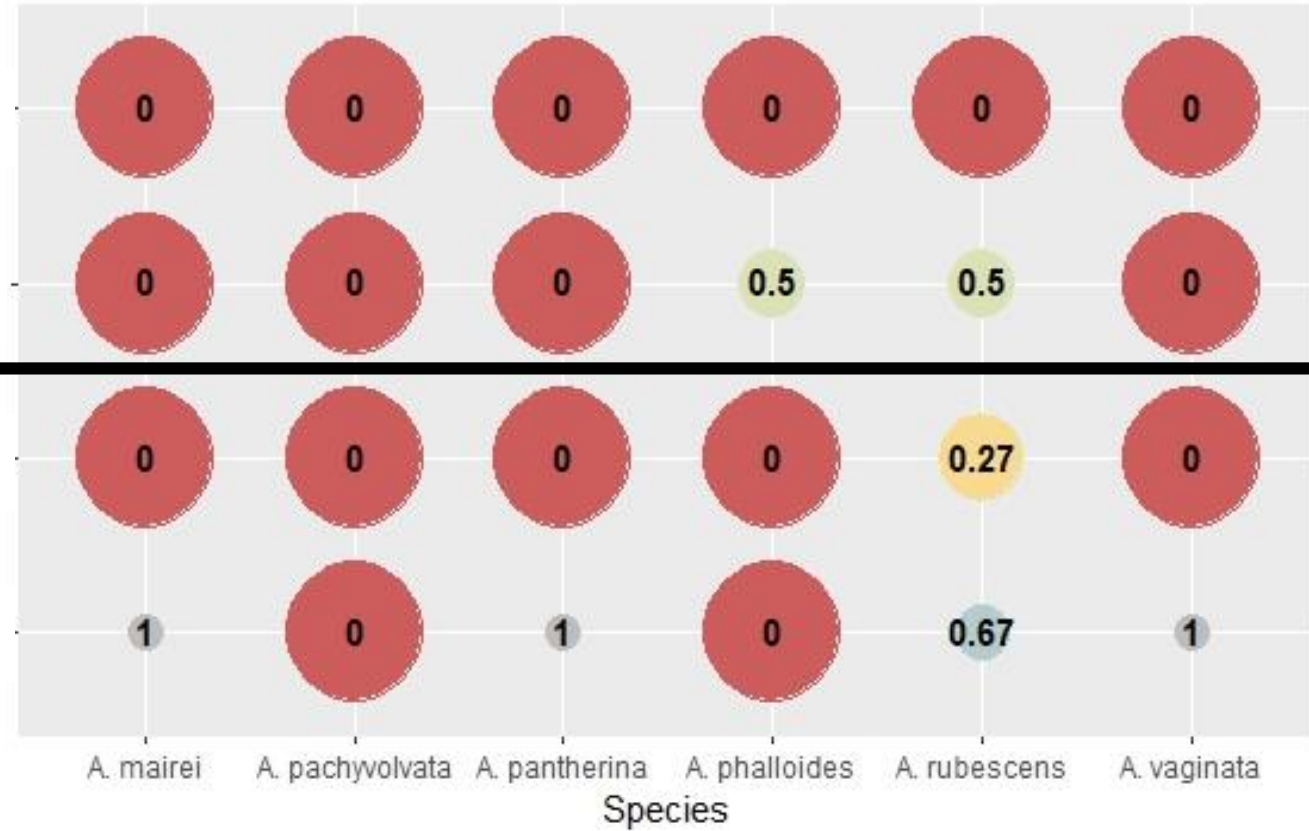
FAR – Téves riasztás aránya

Fajspecifikus, tanuló

Fajspecifikus, teszt

Nemzetség, tanuló

Nemzetség, teszt



$FAR = \frac{B}{A + B}$		Megfigyelt termőtest	
		Van	Nincs
Előre- jelzés	Van	a = helyes pozitív	b = hibás riasztás
	Nincs	c = mulasztás	d = helyes negatív

Eredmények

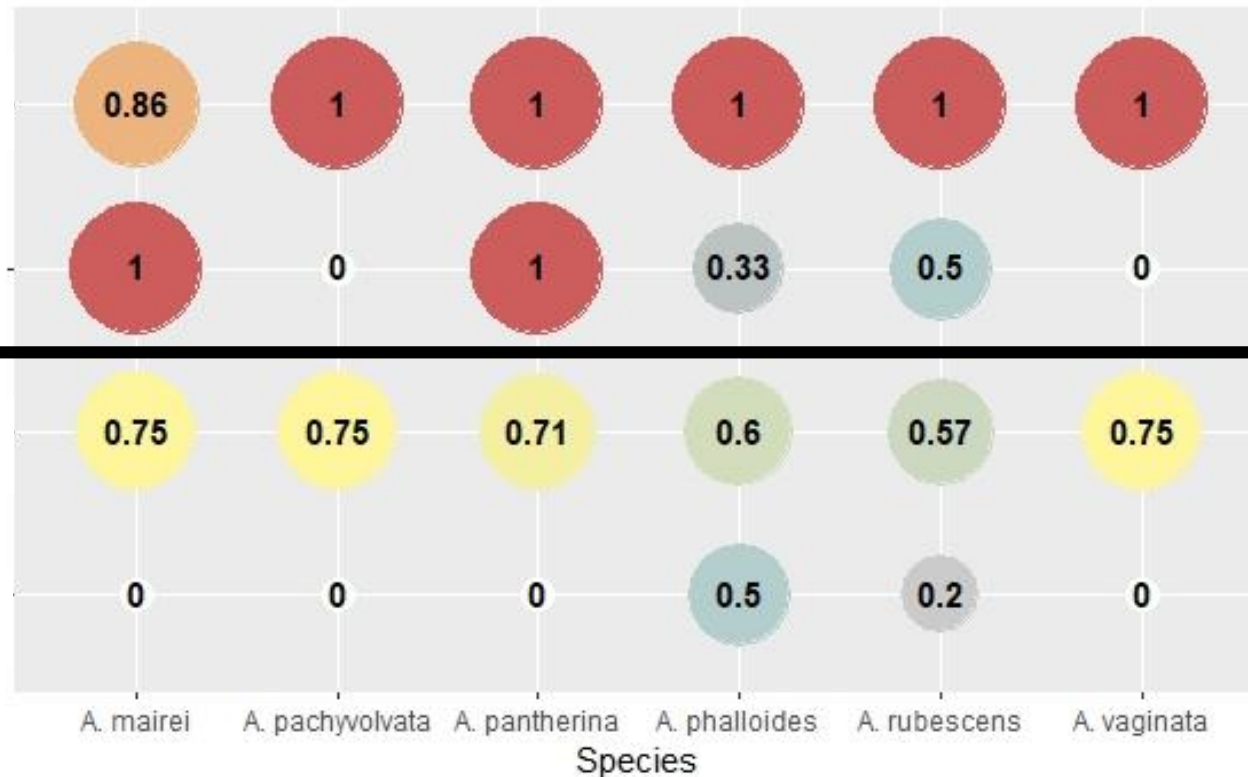
CSI – Critical Success Index

Fajspecifikus, tanuló

Fajspecifikus, teszt

Nemzetség, tanuló

Nemzetség, teszt



$CSI = \frac{A}{A + B + C}$		Megfigyelt termőtest	
		Van	Nincs
Előre- jelzés	Van	a = helyes pozitív	b = hibás riasztás
	Nincs	c = mulasztás	d = helyes negatív

Új tudományos eredmény

1. Először alkalmaztunk ANN-t termőtest megjelenésének becslésére természetes, bolygatatlan ökológiai rendszerben
2. Bízható eredmények születtek a termőtestek megjelenésének becslésére időjárási adatok alapján
3. Bizonyítottuk, hogy az eddig alkalmazott nemzetségi (genus) csoportosítás helyett **faj szinten** kell kezelni a termőtestek megjelenését
4. **Taxonómiai alkalmazhatóság:** a nagygombák rendszertani besorolása még nem teljes és végleges → „kilógó” fajok megsejthetők a módszerünkkel






Publikáció

scientific reports



OPEN

Verification study on how macrofungal fruitbody formation can be predicted by artificial neural network

Katalin Somfalvi-Tóth , Ildikó Jócsák  & Ferenc Pál-Fám 

The occurrence and regularity of macrofungal fruitbody formation are influenced by meteorological conditions; however, there is a scarcity of data about the use of machine-learning techniques to estimate their occurrence based on meteorological indicators. Therefore, we employed an artificial neural network (ANN) to forecast fruitbody occurrence in mycorrhizal species of *Russula* and *Amanita*, utilizing meteorological factors and validating the accuracy of the forecast of fruitbody formation. Fungal data were collected from two locations in Western Hungary between 2015 and 2020. The ANN was the commonly used algorithm for classification problems: feed-forward multilayer perceptrons with a backpropagation algorithm to estimate the binary (Yes/No) classification of fruitbody appearance in natural and undisturbed forests. The verification indices resulted in two outcomes: however, development is most often studied by genus level, we established a more successful, new model per species. Furthermore, the algorithm is able to successfully estimate fruitbody formations with medium to high accuracy (60–80%). Therefore, this work was the first to reliably utilise the ANN approach of estimating fruitbody occurrence based on meteorological parameters of mycorrhizal species with an extended vegetation period. These findings can assist in field mycological investigations that utilize sporocarp occurrences to ascertain species abundance.

Actual weather conditions play an important role in driving the fruiting pattern of macrofungal species. Current studies have shown that the formation of fruitbodies is determined by several environmental factors such as light, air temperature, physical damage, water and nutrient availability and, among others, hormonal effects¹. Other influencing factors are the physiology and spatial distribution of the host or mycorrhizal partner, as well as the competition for resources. Water availability and air temperature, or more precisely, their combination are among the most influencing environmental factors for determining the occurrence of fruitbodies in natural fungal

Somfalvi-Tóth, K., Jócsák, I. & Pál-Fám, F. (2024)

Verification study on how macrofungal fruitbody formation can be predicted by artificial neural network. *Sci Rep* **14**, 278.

<https://doi.org/10.1038/s41598-023-50638-8>



A MAGYAR
TUDOMÁNY
ÜNNEPE

MTA

Köszönöm a figyelmet!

2024. november 14-15.

50. Meteorológiai Tudományos Napok

MTA

