

Az árpaszalma és alkalmazása a vizek algásodásának visszaszorítására

Készítette: Stiller Éva

Tervezési feladat, biomérnök, BSc
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
2012.

Az árpaszalma, mint hulladék

- Mezőgazdasági és erdészeti eredetű nem veszélyes hulladék
- Hulladékot eredményező technológia:
a közismert árpa (*Avena sativa*) a termesztett gabonák közé tartozik, elsősorban a magjáért növesztik, a betakarítás mellékterméke a szár, azaz a szalma
- Összetétele nem specifikus a beszállítóra
- Jellemzése:
szárazanyag tartalom 80-90% (celulóz 35-41%, hemicellulóz 20-25%, lignin 10-15%, hamu 4-10%)
nedvességtartalom 10-20%
izzítási veszteség(LOI) 90-95%
- Éves mennyisége(Magyarország): ~ 1 480 000 t

Hasznosítása:



- Általánosságban:
kerti tavakban algák elszaporodása ellen használnak árpaszalma „golyócskákat”, valamint a mezőgazdaságban kellemetlen szagok csökkentésére
- Talajremediációs célokra:
 - speciális tápanyag kielégítésére,
 - talajlazításra,
 - tömörödött talajok textúrájának javítására,
 - ingoványos talaj stabilizálására (fizikai stabilizálás)
 - kémiai stabilizálásra
 - geotechnikai elemek előállítására

A felhasználás lehetséges technológiái

1. Talajjavítás növényi maradvánnyal:

Forrás: Mueller et al., 1998:

- **Daisy-modell:** 1 éves vizsgálattal támasztották alá a független eredményeket. Ingoványos talaj felső 15 cm-es rétegébe vágott árpszalmát, réti perjét és kukoricát forgattak.
- A vizsgált paraméterek a következők voltak:
 - a talajlégzés,
 - a talaj ásványi N-tartalma,
 - és a talaj mikrobiális C- illetve N-szintjének változása a hozzáadott szerves anyag függvényében .
- Legjobb egyezést a modellel az árpszalma hozta a másik két kezeléssel szemben.

A felhasználás lehetséges technológiái

2. Talajok stabilitásának növelése:

Forrás: Bouhicha *et al.*, 2005

- Az olcsó és megfizethető lakhatás hiánya Algériában arra vezetett számos kutatót, hogy helyi olcsó építőanyagot találjon.
- A föld-építés széles körben elterjedt sivatagi és a vidéki területeken, de probléma volt az anyag zsugorodása, alacsony szilárdsága és a nem igazán tartós mivolta.
- A tanulmány megvizsgálta a kompozit talajba erősített árpa szalma felhasználását négy különböző talajon.
- A hatást a szálhossz és rost frakció befolyásolta.
- Az előzetes vizsgálatok (zsugorodás, nyomószilárdság, hajlítószilárdság és nyírási szilárdság) a tartósság fokozására engedtek következtetni

A felhasználás lehetséges technológiái

3. Peszticidek biodegradációjának elősegítése:

Forrás: http://cfpub.epa.gov/ncer_abstracts/index.cfm/fuseaction/display.abstractDetail/abstract/1727/report/F

- A kiterjedt és széles körű peszticid (azaz herbicidek / növényi növekedést szabályozó, inszekticidek / féregirtók, fungicidek, füstölőszer) használatnak az Egyesült Államokban az elmúlt évtizedekben az lett az eredménye, hogy gyakori a kimutathatóságuk a felszín alatti vizekben.
- Az amerikai lakosság több, mint 50 százaléka kapja ivóvizét a felszín alatti vizekből.
- Ezen problémára a bioágyak (négyszögletes ásatás) alkalmazása jelenthet költséghatékony alternatívát.
- Az ágy agyaggal vagy egy szintetikus anyaggal van kibélelve, hogy megakadályozzák a peszticidek kilúgozódását az alapul szolgáló talajba. A felső talaj egy lignocellulóz szubsztrátum, amely elősegíti a mikrobiális aktivitást, és alkalmas fedőréteggént egy fűréteg megelőzésére, ami nedvesség veszteséget okozna.

A felhasználás lehetséges technológiái

4. Állóvizek -beleértve a nagy víztározók kerti tavak és csatornák-
algásodásának megakadályozására, használnak árpszalma bálákat.

Forrás: Everall és Lees, 1996:

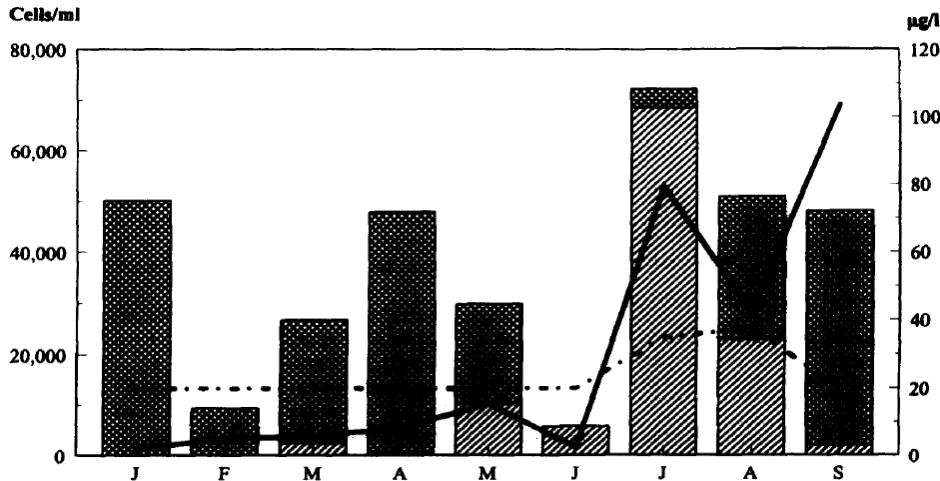
- Árpa szalma jelenléte: egy használaton kívüli vízellátó tartályban jelentősen csökkentette a cianobaktérium és általános fitoplankton tevékenységet
- Az alga kontrollnak és a fitotoxikus vegyszeres "koktél" hozzáadásnak, a szalma bemelegülése volt a kezdete amit egy 3 hónapos a lebomlási időszak követett.
- A szalma csurgalékvízének toxicitása a fitoplanktonokra a toxikológiai szempontból jelentős szintű fenolok és oxidált fenolok jelenlétével magyarázható
- Optimalizálás: a fitoplankton szint ellenőrzésének segítségével történt.

Az Everall és Lees-féle 1996-os esettanulmány ismertetése

- 1994-95 között az angliai Derbyshire-ben található Linacre Víztározó alsó és középső gyűjtőmedencéje súlyos cianobaktérium okozta toxikus virágzást szenvedett el.
- Először 1993-ban Newmann és Baret fedezett fel összefüggést az árpaszalma bomlása és a fitoplankton kontrollálása között - felszíni vizek esetén-, de ekkor még a pontos hatásmechanizmust nem azonosították.
- Az elmélet bizonyítására a Linacre víztározót alkalmasnak találták, a referencia-tározó és ellenőrizhető feltételek megléte miatt.
- 1995. április 12: 3,5 t árpaszalmát helyeztek el az alsó tározó 6 különböző pontján. Ezeket a próba ideje alatt állandóan a víz felszínén kellett tartani. A beömlő szelep megnyitásával az alsó medencébe 1000 m³/nap állandó térfogatáramú víz áramlott a középsőből. Az árpaszalmát 1995. októberében távolították el.
- Mintagyűjtésre (1l) hetente került sor a januártól októberig tartó időszak alatt, a víztározók partján 0,1 m felszíni mélységben, elkerülve a marginális növényzet és a tengeri algák felhalmozódását. Ellenőrizték többek között a fitoplankton, a zooplankton populációkat az egyed és a nemzetség szintjén is. Továbbá nyomon követték a víz minőségét valamint a szerves anyagok változását.

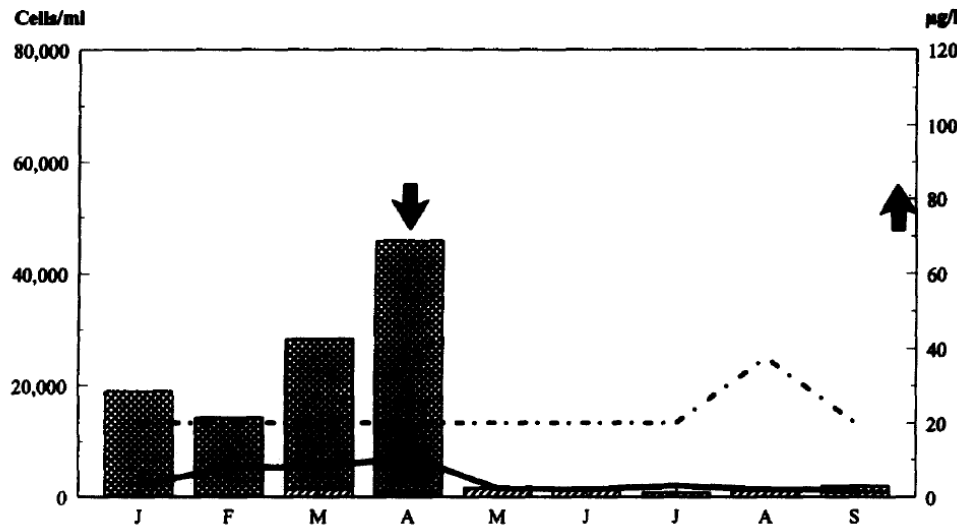
Eredmények

Linacre Middle (Reference Reservoir)

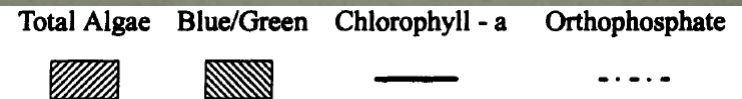


1995. április közepi adatok alapján a havi átlagos algaképződés ($P < 0,0001$), a klorofill szint ($P < 0,05$) és a cianobaktériumok dominanciája ($P < 0,0001$) is jelentősen csökkent, a középső tározó adataival összevetve.

Linacre Bottom (Straw Reservoir)



A legnagyobb meglepetés az volt, hogy az árpaszalma segítségével az alsó tározóban 12 nap alatt elérték az elfogadható fitoplankton szintet.



Az esettanulmány kiértékelése:

- A folyásirányban elhelyezett elbomló árpaszalma jelenléte jelentős kontrollt produkált a cianobakteriális és általános alga növekedésben. Ez az árpaszalma miatti organikus anyagok csökkenésével hozható összefüggésbe.
- A kémiai „plume” (csóvahatás) az ismert fitotoxinokhoz hasonlóan működhet, és ezzel magyarázható, az azonnali és jelentős csökkenése a fitoplankton populációknak.
- A legtöbb fitoplanktonra mérgező anyagot az árpaszalma kimosódásából azonosították: ilyen fenolok voltak pl. a 4-metilfenol és bizonyos oxidált fenolok, vagy a 2,6-dimetoxi-4-fenol. Ezeknek a szalmában található lignin lehet a forrása .

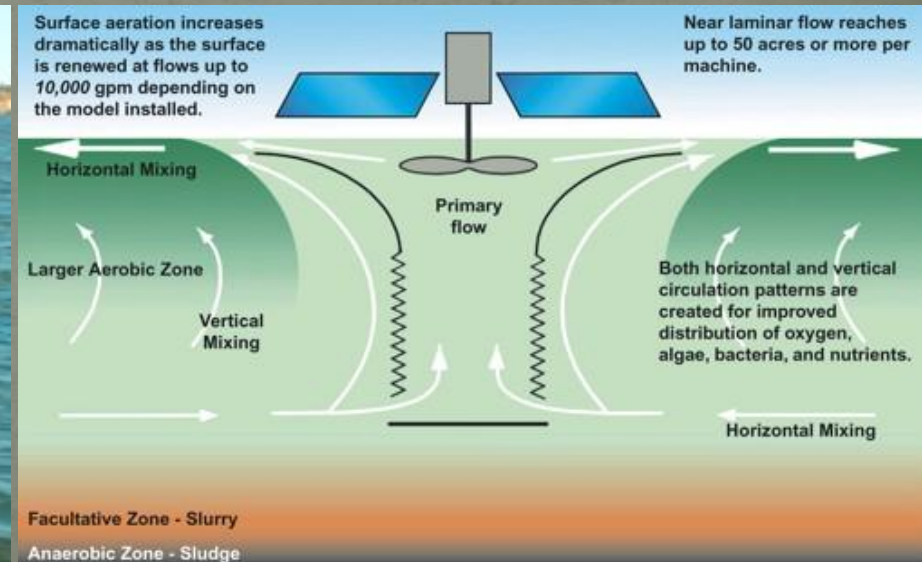


Az algagátlás további lehetséges alternatívái

- 1. Napelemes keringtetés

Az FHAB (édesvízi káros algavirágzás) előfordulásának csökkentése anélkül, hogy hátrányosan befolyásolná a vízi ökoszisztémákat. Irodalmi adatok szerint a mesterséges keringőztetők növelték a vízáramlást, és ez elnyomta az FHAB-t, de az élőhelyet megzavarta.

Egy új technológia, a napelemes keringés (SPC), amelynek célja, hogy hosszú távolságokat hozzon létre az epilimnion-ban (> 200 m), és ezáltal elnyomja az algavirágzást.



Az algagátlás további lehetséges alternatívái



- 2. Vertikális függöny

Leginkább olyan tározó vagy tó esetén alkalmazható, amelynek alakja hosszúkás. Ez az úgynevezett szádfal módszer, mellyel leválasztják a tározó egy részét (upstream). Amikor a folyó vize beáramlik a tározóba akkor a tározóban lévő vizet mozgásba hozza és tolja maga előtt. Ha a beáramló víz könnyebb akkor átfolyik a tározóban lévő víz felszínén, ha nem akkor lesüllyed a tartály aljára. A függöny megakadályozza hogy a felszíni vízréteg egyszerűen átfolyjon a downstream zónába. Az upstream zónában magasabb az alga koncentráció, így nagy mennyiségben fogyasztják a beáramló vízben lévő tápanyagot, amivel csökkentik a downstream zónába kerülő víz tápanyagtartalmát.

- 3. Átlevegőztetés

Sűrített levegős rendszert alkalmazó Mudi tározó esetében az újrarétegzéses (átlevegőztetős) módszer:

- meleg epilimnion a tározó felső 3 m-ében, ahol a hőmérséklet 23-26°C közötti. Itt szapora alganövekedés van.
- alsó réteg sokkal alacsonyabb hőmérsékleteken, és oxigén hiányos állapotban, azaz anaerob körülmények között, ammónia, szulfidok, vas és mangán szabadulnak fel az üledékekből.
- a tartály a legtöbb alkalommal kékeszöld alga fertőzéssel reagál. Ilyen problémák esetén, a levegő mesterséges keringtetése történik meg közel a beviteli toronyhoz, egy perforált csövön keresztül, amely össze van kötve egy elektromos meghajtású kompresszorral.
- így tartály oldott oxigén és hőmérséklet profilja gyakorlatilag egységes felülről lefelé.

A technológia kockázatai

Az algavirágzás megakadályozására használt árpaszalma olcsó mivolta, könnyű kezelhetősége miatt igen kis kockázattal jár. Alkalmazásának talán egyedüli hátrányát a kioldódó vegyületek adják (táblázat), melyek veszélyesek lehetnek a magasabb rendű élővilág képviselőire is. Ezt azonban megakadályozhatjuk azzal, hogy nem várjuk meg a szalma rothadását, hanem megfelelő időközönként lecseréljük.

Table 2. Concentration ($\mu\text{g L}^{-1}$) of the "major" trace organic compounds identified in the "reference" Middle and c. 0.5, 100 and 500 m downstream of decomposing barley straw in Linacre Bottom Reservoir from March to September 1995

Compound	Concentration range ($\mu\text{g L}^{-1}$). Month (1995) and sampling site																				
	March (2 sets)			April (24 h after straw in)			June			July			August			September					
	Ref.	100 m	500 m	Ref.	0.5 m	100 m	500 m	Ref.	0.5 m	100 m	500 m	Ref.	0.5 m	100 m	500 m	Ref.	0.5 m	100 m	500 m		
Acetic acid				C										C							
3-Methyl butanoic acid				C		D						C								C	
Pentanoic acid				D										D							
Hexanoic acid				D		E															
9-Hexadecanoic acid												D			C						
Hexadecanoic acid												D			B						
9-Octadecanoic acid															C						
Octadecanoic acid															C						
Eicosanoic acid															D						
Docosanoic acid															D						
Benzene acetic acid															B						
Benzene propanoic acid																				A	
Benzoic acid																				B	
1,2 Dimethylbenzene															C						
Benzene															C						
Ethylbenzene															C						
Benzaldehyde																				B	
Benzene acetonitrile															D					C	
Phenol															C						
3-Phenyl-2-propenoic acid															B						
4-Methyl phenol						D									C					B	
2-Methoxy-4-methyl phenol					C										C						
(1,1 Dimethylethyl)-4-methoxyphenol					C	D									C						
2,6-Dimethoxy-4-phenol					C										C						
1-(4-Hydroxy-3,5-dimethoxy phenyl) ethanone															C					B	
3-Methyl-3-buten-2-one															C						
1-Phenyl ethanone															C						
2-Pentadecanone																				D	
2-Heptadecanone																				D	
3-Methyl-3-buten-2-ol																				D	
2,3-Dimethyl-3-buten-2-ol															C						
3-Pentan-2-ol															D						
2-Methyl-1,3-dioxolone															C						
3-Ethyl-2,2-dimethoxyinane															C						
2-Methyl-2-propenoic acid ester								E	E	D					E						
Dimethyl disulphide																				D	
Dimethyl trisulphide																				D	
Geosmin																				E	
Unidentified organics	D	D	D	E	B	C	D	E	E	D	E	C	C	E	E	D	A	C	D	E	

A = 100-1000 $\mu\text{g L}^{-1}$; B = 10-100 $\mu\text{g L}^{-1}$; C = 1-10 $\mu\text{g L}^{-1}$; D = 0.1-1 $\mu\text{g L}^{-1}$; E = <0.1 $\mu\text{g L}^{-1}$.

NB: No samples were taken in May.

Anyagmérleg:

- a tanulmány adatai szerint az árpaszalma teljesen visszaszorította az algavirágzást.
- a gombák az árpaszalmát bontják, amely kémiai előbbséget élvez, és ez megakadályozza az algák növekedését.
- az egyes kutatások ellentmondásosak, így nem bizonyított, hogy az árpaszalma valamennyi algafaj növekedésének szabályozására ugyanúgy hat
- a legtöbb esetben azonban, a víz egyértelműen tisztább maradt hosszabb ideig, mivel lecsökkentek az algapopulációk.

Felmerülő költségek:

- Anyagköltség (Ft/t)
- Szállítási költség (t/km)

Haszon:

- a rothadó szalma komposzt alapanyagként szolgálhat
- nincs üzemeltetési költség → munkaerőt és energiát nem igényel → idő és pénz megtakarítás

Részletes költségbecslés:

Az esettanulmány 25 g árpaszalma/m³ vízmennyiség alkalmazásának hatását vizsgálta. Mivel ez megfelelően hatékonynak bizonyult ezt veszem alapul:

Linacre alsó víztározója :	~ 140.000 m ³
1 zsák árpaszalma =25 kg	3,5 t → 140 zsák
1 raklap =24 zsák	~ 6 raklap
1 kamion =35 raklap, azaz részrakásos szállítványozást kell igénybe venni (LTL =Less than Truck Load = kevesebb, mint teljes kamion rakomány).	
~ 30.000 Ft/ 100 km fuvarozási és rakodási költséggel lehet számolni	
~ 20.000 Ft / tonna árpaszalma	70.000 Ft
Fenntartási/üzemeltetési költsége nincs, csak az egyszeri be-és kivételt kell számolnunk, valamint a szezononkénti cserét. Ez is bizonyítja hogy nagyon olcsó technológiáról van szó.	

SWOT analízis

Erősség

- olcsó
- melléktermék/hulladék
- viszonylag nagy mennyiségben rendelkezésre áll
- nem igényel semmilyen beavatkozást/átalakítást
- kis mennyiség alkalmazása is hatásos (25 g/m³)
- biológiailag lebomló

Gyengeség

- mennyisége függ az adott évi időjárástól
- optimális kontrollhoz szükséges még: megfelelő mennyiségű oxigén, napfény

Lehetőség

- környezetbarát
- visszaszoríthatóak a kémiai anyagok használata (algairtó)
- kivonat vagy pellet formában is hatásos
- vízi állatok számára élőhelyet, tápanyagot biztosít
- ivóvízre nem veszélyes

Veszély

- rothadó szalmából kioldódó fenolos vegyületek
- szállítás során felmerülő környezeti terhelés (kipufogó gáz)

Irodalomjegyzék

- **Appel, H.** Phenolics in ecological interactions: the importance of oxidation [Folyóirat] // Journal of Chemical Ecol., 19 (7). - 1993.. - old.: 1521-1551.
- **Asaeda, T., Pham, H.S., Priyantha D.G.N., Manatunge, J., Hocking, G.C.** Control of algal blooms in reservoirs with a curtain: a numerical analysis [Folyóirat] // Ecological Engineering 16 . - 2001.. - old.: 395-404.
- **Asaeda, T., Priyantha D.G.N., Saitoh, S., Gotoh, K.**A new technique for controlling algal blooms in the withdrawal zone of reservoirs using vertical curtains [Folyóirat] // Ecological Engineering. - 1996.. - old.: 95-104.
- **Barett, P.R.F.** Field and laboratory experiments on the effects of barley straw on algae [Folyóirat] // In Comparing Field and Glasshouse Pesticide Performance. - 1994..
- **Beare, M. H., Wilson, P. E., Fraser, P. M., and Butler, R. C.** Management Effects on Barley Straw Decomposition, Nitrogen Release, [Folyóirat] // SOIL SCI. SOC. AM. J., VOL. 66. - 2002.. - old.: 848-856.
- **Bouhicha, M., Aouissi, F., Kenai, S.** Performance of composite soil reinforced with barley straw [Folyóirat] // Cement & Concrete Composites 27. - 2005.. - old.: 617-621.
- **Canonica, S., Jans, U., Stemmler, K. and Hoigne, J.** Transformation kinetics of phenols in water: photosensitisation by dissolved natural organic material and aromatic ketones [Folyóirat] // Environmental of Science Technology. - 1995.. - old.: 1822-1830.
- **Cao, Ch., Zheng, B., Chen, Zh., Huang, M., Zhang, J.**Eutrophication and algal blooms in channel type reservoirs: A novel enclosure experiment by changing light intensity [Folyóirat] // Journal of Environmental Sciences, 23(10) . - 2011.. - old.: 1660-1670.
- **Chipofya, V.H., Matapa, E.J.** Destratification of an impounding reservoir using compressed air- case of Mudi reservoir, Blantyre, Malawi [Folyóirat] // Physics and Chemistry of the Earth 28 . - 2003.. - old.: 1161-1164.
- **Dodds, W.K., Bouska, W.W., Eitzmann, J.L., Pilger, T.J., Pitts K.L., Riley A.J., Schloesser J.T., Thornbrugh D.J.**, Eutrophication of U.S. freshwaters: analysis of potential economic damages. [Folyóirat] // Environmental Science of Technology 43, . - 2009.. - old.: 12-19..
- **Everall, N. C. and Lees, D. R.** The use of barley straw to control general and blue-green algal growth in a Derbyshire reservoir [Folyóirat] // Water Research, 30. - 1996.. - old.: 269-276.
- **Everall, N. C. és Lees, D.R.** The identification and significance of chemicals released from decomposing barley straw during reservoir algal control [Folyóirat] // Water Reseaerch. - [hely nélkül.] : Elsevier Science Ltd., 1997.. - No.3 : Vol. 31. kötet. - old.: 614-620.
- **Hudnell, H.K., Dortch Q.** A synopsis of research needs identified at the interagency, international symposium on cyanobacterial harmful algal blooms (ISOC-FHAB). [Folyóirat] // Springer Press, New York: http://www.epa.gov/cyano_habs_symposium/.. - 2008.. - old.: 17-43.
- **Hudnell, H. K., Jones, Ch., Labisi, B., Lucero, V., Hill, D. R., Eilers, J.** Freshwater harmful algal bloom (FHAB) suppression with solar powered circulation (SPC) [Folyóirat] // Harmful Algae 9. - 2010.. - old.: 208-217.
- **Humpage, A.** Toxin types, toxicokinetics and toxicodynamics. [Folyóirat] // Cyanobacterial Harmful Algal Blooms: State of the Science and Research Needs. - 2008.. - old.: 383-416.
- **Kivaisi, A. K., Opden, Camp H. J. M., Lubberding, H.J., Boon, J. J. and Voyels, G. D.** Generation of soluble lignin-derived compounds during degradation of barley straw in an artificial rumen reactor [Folyóirat] // Applied Microbiology and Biotechnology. - 1990.. - old.: 93-98.
- **Mueller, T., Magid, J., Jensen, L.S., Svendsen, H., Nielsen, N.E.** Soil C and N turnover after incorporation of chopped maize, barley straw and blue grass in the field: Evaluation of theDAISY soil-organic-matter submodel [Folyóirat] // Ecological Modelling 111 . - 1998.. - old.: 1-15.
- **Murray, D., Parsons S. A., Jarvis, P., Jefferson, B.** The impact of barley straw conditioning on the inhibition of Scenedesmus using chemostats [Folyóirat] // Water Research. - 2010.. - old.: 1373-1380
- **Paerl, H.W., Valdes-Weaver, L.M., Joyner, A.R., Winkelmann, V.,** Phytoplankton indicators of ecological change in the eutrophying Pamlico Sound system, North Carolina [Folyóirat] // Ecology Spplication 17 (5). - 2007.. - old.: 88-101.
- **Paerl, H.W., Huisman, J.** Blooms like it hot [Folyóirat] // Science 320. - 2008.. - old.: 57-58.
- **Pillinger, J. M., Cooper, J. A. and Ridge I.** Role of phenolic compounds in the anti-algal activity of barley straw. , . [Folyóirat] // Journal of Chemical Ecology, 20. - 1994.. - old.: 1557-1569.
- **Reynolds, C.S.** The ecology of freshwater phytoplankton. [Folyóirat] // In Cambridge Studies in Ecology, Cambridge University Press, Cambridge. - 1984..
- **Ridge, I., Pillinger, J. and Waiters, J.** Alleviating the problems of excessive algal growth. [Folyóirat] // The Ecological basis for River Management. - 1995..



Köszönöm a figyelmet! 😊