

Дәріс Ластанған ағынды суларды тазарту әдістері



Жоспар:

1. Су көздерінің ластану түрлері
2. Эфтрофикация және оның салдарлары
3. Су жүйелерін фиторемедиациялық технологиялар арқылы тазарту
4. Су жүйелерін тазартуда эйхорния өсімдігінің маңызы

➤ Бүгінгі таңда әлемде сапасы сын көтермейтін, ешбір қажеттілікке жарамайтын сутоғандары мен кіші өзердердің саны күрт жоғарылауда.



➤ Ауылшаруашылық, өндіріс орындарының және тұрмыстық түрлі ластаушы қалдықтары ағын сулармен табиғи су қоймаларын, сутоғандарын ластап, олардың *эвтрофикациялануын* тудырады. Ондай бассейндер ондағы тіршілік иелеріне жарамсыз болып қалады.



➤ Осыған байланысты ғалымдардың алдында ластанған су жүйелерінің табиғи биоценозын сақтау мақсатында тазартудың биологиялық әдістерін (*фиторемедиация*) жасау биосфераны қорғаудың өзекті проблемаларына айналған.



Судың ластану түрлері

ХИМИЯЛЫҚ

- ✓ органикалық (фенолдар, пестицидтер)
- ✓ бейорганикалық (тұздар, қышқылдар, сілтілер)
- ✓ токсикалық (сынап, мышьяк, кадмий),
- ✓ токсикалық емес заттар

БИОЛОГИЯЛЫҚ

- ✓ патогенді бактериялар,
- ✓ вирустар,
- ✓ қарапайымдылар

ФИЗИКАЛЫҚ

- ✓ радиоактивті заттар
- ✓ механикалық
- ✓ жылу

Эвтрофикация су көздеріне көп мөлшерде **биогенді заттардың** (азот, фосфор) түсуімен байланысты

Эфтрофикация салдары:

- Су сапасының бұзылуы;
- Оттегінің жетіспеушілігі
- Табиғи фаунаның өлуі
- Токсикалық улы заттардың жоғарылауы



➤ Әдетте коммуналдық, ауылшаруашылық және өндірістік ластанған су жүйелері дәстүрлі әдістер арқылы: *механикалық жолмен* және *сұйық фракцияларды жасанды биологиялық* әдістермен тазартылады.



➤ Аэротенктерде толық тазартылмаған немесе мүлдем тазартылмаған су ағындары сутоғандары мен жер асты суларды *органикалық заттармен, фосфор, азот, күкірт, ауыр металдармен, фенолдармен* т.б. жоғары концентрацияда лаптап, су экожүйелеріне, ластанған суларды тұтынатын немесе ластанған сумен контактта болатын адамдардың денсаулығына қауіпті болып табылады.



➤ Бүгінгі таңда ластанған су жүйелерін тазартудың кең таралған технологияларының негізгі кемшіліктері: *қолданылатын құрал - жабдықтардың жұмысына көп энергияның жұмсалуы мен экономикалық тиімсіздігі* болып табылады.

➤ Су ағындарын алдын ала тазартудың көп таралған әдістердің біріне түрлі беттік заттармен ластанған суларды *биологиялық тұндырғыш - сүтоғандарына* жинақтап микроорганизмдердің, балдырлардың, омыртқасыздардың және жоғары сатыдағы су өсімдіктердің (ЖССӨ) көмегімен, белгілі бір уақыт аралығында ластағыш заттардың концентрациялары талап етілген нормаларға сай өзіндік табиғи тазаруын айтуға болады.



Кесте 1. Ағын суларды тазарту әдістері

Әдіс	Тазару дәрежесі, (оттектің биохимиялық қолданылуы, ОБҚ %)
Механикалық	30 - 40
Химиялық және механикалық	40 - 50
Фзико - химиялық	50 - 75
ЖССӨ көмегімен биологиялық тазарту	80 - 95

- Жоғары сатыдағы су өсімдіктері фильтрациялық қасиеттеріне байланысты су сапасын реттеп қана қоймай, биогенді элементтерді сіңіруге қабілетті болады.
- ЖССӨ - дің көптеген заттарды *жинақтауға, утилизациялауға және трансформациялауға* қабілеттілігі оларды сутоғандардың өзіндік тазару процесіне қатысатын маңызды, әрі алмастырылмайтын объектілерге айналдырады.
- ЖССӨ - мен тазартылған ағын сулар табиғи сутоғандарына ағызылатын немесе түрлі технологиялық мақсатта қолданылатын су сапасына қойылатын санитарлық - гигиеналық нормаларға сай келеді. Практикада бұл технологияны қолдану тиімділігі жоғары болатыны көрсетілген.
- Бұл әдіс өндірістік әдістермен (аэротенктер, биофильтрлер т.б.) әдістермен салыстырғанда **арзан** болып табылады, алайда оның жүзеге асыру үшін **үлкен ауданды және ұзақ уақытты** қажет етеді, сондай - ақ, тұндырғыш су тоғандарда жинақталатын лайды оқтың оқтың тазартудан босатпайды.

Су сүмблесінің ғылыми топтастырылуы

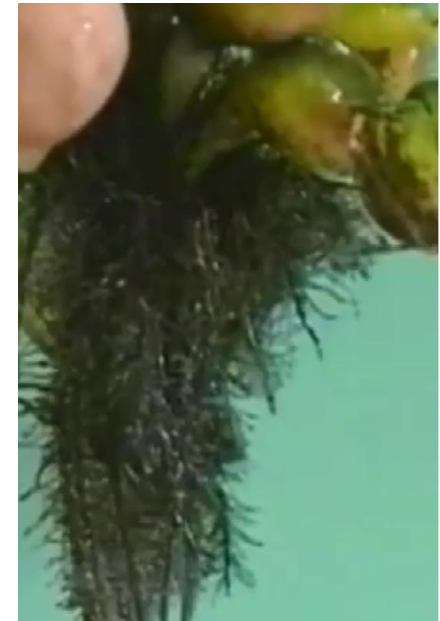
Дүниесі:	Өсімдіктер
Бөлімі:	Гүлді өсімдіктер
Табы:	Дара жарнақтылар
(unranked)	Commelinids
Тармағы :	Commelinales
Тұқымдасы:	Pontederiaceae
Тегі:	Eichhornia
Түрі:	<i>E. crassipes</i>



➤ **Су сүмбілесі** ([лат. *Eichhornia crassipes*](#)) [понтедериялар](#) тұқымдасының [эйхорния](#) туысына жататын [көп жылдық](#) пиязшалы су өсімдігі.

➤ Эйхорния тропикалық және субтропикалық климаттық жерлерде батпақты және сутоғандарында өсетін «арам шөп», отаны Оңтүстік Шығыс Азия.

- *Eichhornia crassipes* өсімдігінің су бетіндегі бөлігі қысқарған сабақ және розеткалы овалды жапырақтардан, ал су астындағы бөлігі шашақты тамырлардан тұрады. Жапырақтары қалың, жапырақ сағақтары ісінген болады.
- Орта температурасының, қоректік орта құрамындағы заттар концентрацияларының, жарықтың жоғарылауы өсімдіктің вегетациялық процестерін арттырады.
- Эйхорния көрек көзін таңдамайды, ластанған ағын сулардың құрамындағы: мұнай өнімдері, техникалық майлар, тезек, фенолдар, сульфаттар, фосфаттар, хлоридтер, нитраттар, минералды тұздар, патогенді микроорганизмдер, синтетикалық беттік ырықты заттармен, гептилмен қоректеніп, оларды тотықтырып, зиянды қасиеттерін жойып, су жүйесін тазартуға қабілетті.
- Су сумблесін мал азығы, қағаз және биогаз өндіруге арналған шикізат көзі т.б. мақсаттарға қолданылады.



Кесте 2. ЖССӨ қатысуымен тазартылған сулардың кейбір көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Тазартуға дейін	Тазартқаннан кейін
ОХК, мг О ₂ /л	50,3	10,0
ОБК, мг О ₂ /л	13,7	6,4
Сілтілік, мг - экв /л	2,4	2,0
Кермектілік, мг - экв /л	1,6	1,0
Хлоридтер, мг/л	37,9	14,5
Сульфаттар, мг/л	98,0	42,1
Фосфаттар, мг/л	1,4	0,3
Нитраттар, мг/л	6,2	0,25
Аммонилі азот, мг/л	6,9	0,94
Беттік заттар, мг/л	280,0	42,0
Құрғақ қалдық, мг/л	450,5	10,4
Жалпы микробтық сан	2,3 ¹⁰	0,4¹⁰
Coli –индексі, мг/л	1563	420
Coli - титрі	0,9	1,5

- Өсімдік фотосинтезге атмосфералық CO_2 қолданса, ал тамыр жүйесі және сумен жанасқан жапырақтары арқылы карбонаттардағы бейорганикалық көміртекті, минералды тұздарды, төмен молекулалы көмірсуларды, амин қышқылдарды т.б. игереді.
- Өсімдіктің тамыр жүйесі *минералдық заттардың беттік - адсорбциялық сіңіру* тиімділігін жоғарылатады. Фотосинтез интенсивтілігі басқа су өсімдіктеріне қарағанжа жоғары (**К = 1,5-2,7**). Ағын су құрамындағы төмен молекулалы органикалық заттардың болуы эйхорния өсімдігінің өнімділігін **30 %** жоғарылатып, оның биомассасын арттырады (250 тонна / гектар).
- Эйхорния тамыр жүйесіндегі *көміртек тотықтырушы бактериялардың* өсуіне қажет стимуляторларды және олардың өсуін тежейтін ингибиторларды бөледі, оның нәтижесінде ағын су құрамындағы мұнай өнімдерінің бактериялық ыдырау процесі және уыдты заттардың (фенол, хитон) детоксикациясы жоғарылайды.

- Басқа да жоғары сатыдағы өсімдіктер сияқты **ауыр металдардың** (қорғасын, мыс, кадмий, никель, кобальт, мырыш, темір, марганец, хром, сынап, қалайы) және **радионуклидтердің** (цезий, стронций, церий т.б.) көп мөлшерін жинақтауға қабілетті.

- Ластанған ағын сулар құрамына қарағанда эйхорния өсімдігінің ұлпаларында олардың мөлшері 100 есе (темір, стронций), 1000 есе (сынап, мыс, кадмий, цезий), 100 000 есе (марганец, мырыш) артық жинақталады.

- Жақсы дамыған тамыр жүйелерінің бетінде органикалық және минералды заттарды сіңіретін және ырықты биодеструкцияға қатысатын **селективті микробиоценоздар** (бактериялар, балдырлар, қарапайымдылар, микро омыртқасыздар) қалыптасады.

Кесте 3. Эйхорнияның қатысуымен тазартылатын ағын сулардың құрамындағы заттардың шектік мөлшерлері

ОХҚ, мг O ₂ /л	900 - дейін
ОБҚ, мг O ₂ /л	400 - дейін
аммиак, мг/л	60 - дейін
фасфаттар, мг/л	18 - дейін
темір, мг/л	22 - дейін
сілтілік, мг/л	17 - дейін
синтетикалық беттік ырықты зат, мг/л	14 - дейін
сульфидтер, мг/л	21 - дейін
мұнай өнімдері, мг/л	25 - дейін
фенолдар, мг/л	340 - дейін

Кесте 4. Ағын сулардың құрамындағы ластағыш заттардың максималды мөлшері

көрсеткіш	Ағын су құрамы	
	коммуналдық ағын сулар (демалыс орындары, сауықтыру орталықтары, лагерь т.б.)	өндіріс, мал шаруашылығы, құс өсіру т.б. орындарының ағын сулары
Беттік заттар	500	1500
ОХҚ, мг O ₂ /л	400	1000
ОБҚ, мг O ₂ /л	700	2000
Аммонийлі азот, мг/л	150	200

- Ағын суларды тазартудағы эйхорнияның ролі өндірістік және оргникалық ластағыш заттарды тотықтырып, қарапайым, қауіпсіз заттарға қарқынды ыдыратып, соңғыларын көрек көзіне айналдырады. ***Тотықтырғыш ретінде эйхорния түзетін оттегі болып табылады.*** Неғұрлым судың ластану дәрежесі жоғарылаған сайын, өсімдіктің биомассасының жинақталуы соғұрлым артады. Ағын су құрамында эйхорния көрегiнiң нәрі сарқылғанда, су түбіндегі ***лайды өңдеуге*** (30-50 см тереңдікке дейін) кіріседі. Ал лай болмаған жағдайда тіршілігі жойылады.
- Су құрамында эйхорнияның қатысуымен патогенді шірік микроорганизмдер толық жойылады, стафилакокк тіршілігі тежеледі.
- Coli – индексі және жалпы микробтық саны ағын суларды қорғау талаптарының санитарлық және гигиеналық (***СанПиНин №4630-88***) ережелері мен нормаларына сәйкес келеді. Тазартылған суларды табиғи сутоғандарға ағызады, сонымен қатар түрлі ауылшаруашылық мақсатта немесе техникалық мақсатта қолдануға болады.

- **Ағын сулардың эйхорния тамыр жүйелері арқылы тазарту принципі**
- Ағын су құрамындағы химиялық элементтер өзара байланысқан күйде (мысалы, азот оттегімен, сутегімен және басқа да элементтермен байланыста) болады. Эйхорния үшін азот қорек көзі болып табылады.
 - Оны бөліп алу үшін, тамыр жүйесінде ***тотығу - тотықсыздану реакциясының биохимиялық процесі жүреді***, бұл процесте өсімдіктің тамыры онда селбесіп тіршілік ететін аэробты бактерияларды оттегімен қамтамасыз етеді, ал соңғылары биохимиялық процесті жүзеге асырады.
 - Яғни, аталған жүйе күрделі химиялық лабораторияға айналып, төмен және жоғары молекулалы заттарды қарапайым, қауіпсіз заттарға айналдыру орын алады.
 - Нәтижесінде бөлінген азот өсімдіктің керегіне, ал оттегі биохимиялық процеске, қоректенуге, биомасаның жинақталуына жұмсалады және быраз бөлігі атмосфераға тасталады. Аммиакты азот ыдырағанда атмосфераға сутек те тасталады.
 - Тамыр жүйесі мен судың беткі қабатыда ***құрттар, моллюскалар, инфузориялар, коловаткалар, талшықтылар өсімдікпен бірге су бетіндегі қалқып жүрген ластағыш заттарды тазартуға қатысады.***
 - Аэробты жағдайда аммиактың азотқа айналу нұсқасы:



- **Эйхорния көмегімен ағын суларды тазартудың динамикасы** – өсімдіктің белгілі бір санының, белгілі бір орта жағдайында (ағын су мен ауа температурасы, жарық, күн ұзақтығы, ингредиент концентрациялары) және уақыт (сағат, апта, декада, ай) аралығында ағын судағы ластағыш заттарды тазарту жылдамдығы.
- **Тазарту динамикасы** өсімдіктегі вегетациялық процесінің ырықтығына, транспирация қарқынына байланысты болады.
 - транспирация қарқыны орта температурасы жоғарылаған сайын (+55 °C), соғұрлым артады.
 - Өсімдіктің бір өскіні 50 тәулікте 400 вегетативтік өскін береді.

Кесте 6. Эйхорнияны пайдаланып тұрмыстық және ауылшаруашылық ағын суларды тазарту нәтижелері

Ингредиенттер	Ауылшаруашылық, тұрмыстық ағын сулар		Өндірістік ағын сулар	
	бір тәулікте	7-ші тәулікте	бір тәулікте	7-ші тәулікте
Беттік заттар, мг/л	298,0	17,2	91,7	15,2
ОХҚ, мг O ₂ /л	533,0	109,0	384,0	110,0
ОБҚ, мг O ₂ /л	120,0	35,6	85,7	16,4
Аммоний, мг/л	40,0	3,3	1,2	органикалық галогенді қосылыстар (<i>лайда жинақталады</i>)
Фосфоттар, мг/л	5,7	0,4	1,4	0,05
Темір, мг/л	3,0	1,3	3,0	0,82
Сілті, мг/л	8,0	4,8	жоқ	жоқ
Синтетикалық беттік ырықты заттар, мг/л	1,36	0,25	жоқ	жоқ
Сульфидтер, мг/л	7,5	жоқ	жоқ	жоқ
Мұнай өнімдері, мг/л	26	жоқ	жоқ	жоқ
Фенолдар, мг/л	85,0	жоқ	жоқ	жоқ

Әдістің артықшылығы:

1. Жаз айларында сутоғандарында жинақталған *улы өткір жазғымсыз иісті жояды.*
2. Сутоғандарын және құбыр мен каналдарды *минералды тұнбалардан тазарады.*
3. Тазартылған суларды ауылшаруашылығында *өсімдіктерді суғаруға қолданады.*
4. Сутоғандарда барлық *ауру тудыратын бактериялар* (СЭС пен бақыланатын) *жойылады.*
5. Эйхорния *транспирациялық қабілеті* (50 млн литр /гектар) мен *вегетативтік ырықтығы жоғары*
6. Жоғары белоктық және витаминдік *малазықтық масса* (мал азығы немесе қоспа) алынады, бір сезонда **500 тонна/гектар.** (қыс мезгілінде мал азықтың құрамына 15% қосылады, бұл малдың еттілігін, сүттілігін жоғарылатады, негізгі азық қорын экономдайды) (СанПиНин №2.1.573-96) .
7. Карантинді малдардың қорек көзіне қосу арқылы олардың тез қалпына келуіне әсер етеді.
8. Көптеген мал азықтың жетіспеушілігін шешеді, орын алмастырады.
9. Компост, биогумусқа қарағанда жасыл массаны қолдану тиімділігі жоғары.

- ❑ Құрамындағы токсикалық элементтардің (Pb, Cd, Cu, Zn, Hg, As), пестицидтер, нитраттар, нитриттер, май қышқылы, күкірт қышқылында ерімейтін күлдің массалық үлесі, микроскопиялық саңырауқұлақтардың, өсімдік уы микротоксин патулиннің мөлшері *ГОСТ Р RU 0001.8.1.0059* нормасына сәйкес шектік концентрациядан аспау керек. Эйхорния сөлін жас төлдің азықтық рационының 80% қосуға болады.
- ❑ 1 тонна жасыл биомассада 60 кг калий, 21 кг азот, 17 кг фосфор, алмаспайтын амин қышқылдары бар 26 кг протеин, витаминдер А,В, С,Е болады.
- ❑ 1 гектар / 250-500 тонна жасыл биомасса (25-50 тонна құрғақ биомасса) алынады.
- ❑ Эйхорниядан жасалған азық малдың негізгі қорегінің сіңімділігін жақсартады.
- ❑ Эйхорния химиялық құрамы жыл мезгіліне, сезонға байланысты өзгеріп отырады.

Кесте. Эйхорнияның химиялық құрамы

Өсімдік	Ылғал	май	күл	жалпы азот	протеин	Азоттық зағтардың жалпы көлемі	Азотсыз зағтар экстракты	кальций	фосфор	Каро-тин	клетчатка
дамып жетілген	93,1	3,65	15,82	4,34	27,12	22,4	20,2	0,62	0,71	34,3	24,42
жас	89,3	3,52	18,69	4,62	28,88	25,0	10,3	0,22	0,71	37,4	29,75