

Ксенобиотиктердің биодеградациясы

Жагіпарова М.

Дәркенбай Ж.

Мамыш Г.

Нұрылдаева А.

Мухтазим Р.

Қоршаған ортаның ластануы

- теріс әсер ететін химиялық, физикалық және биологиялық агенттердің қоршаған ортаға жаңа пайда болу процесі.

Ластану түрлері:

- *физикалық* (сәулелену, электромагниттік сәулелену);
- *химиялық* (аэрозольдер, ауыр металдар);
- *механикалық* (атмосфералық шаң, қоқыстар);
- *биологиялық* (микроорганизмдер, өсімдіктер мен жануарлар).

Химиялық ластану

Ксенобиотики (Ксенобиотики) (грекше *xenos* — бөтен, жат, *bios* — тіршілік, өмір) — тірі организмдерге жат химиялық заттектер.

Қоршаған ортада ксенобиотики концентрациясының артуы адамның шаруашылық қызметімен тікелей немесе жанама байланысты.

Биосфераны ластаушы заттардың 2 тобы :

- ▶ - химиялық құрылымы мен қасиеттері бойынша биосфераға арналған өндірістік текті заттар (полихлорбифенилдер, нитротолуолдар, полихлордиоксиндер, т. б.);
- ▶ - биожетімді түрдегі табиғи химиялық қосылыстар, бірақ тірі организмдер үшін уытты (қазбалы отын көмірсутектері, табиғи минералдар құрамындағы ауыр металдар, т.б.) - биологиялық жолмен жеткілікті жеңіл кәдеге жаратылады және жойылады.

Ксенобиотиқтердің биодеградациясы

биологиялық белсенділіктің көмегімен күрделі заттарды түрлендіру

- трансформация - ксенобиотик молекуласының құрылымының шамалы өзгеруі;
- фрагментация - күрделі молекуланы қарапайым заттарға ыдырату;
- минералдану - ксенобиотик молекуласының CO_2 , H_2O , CH_4 дейін толық ыдырауы.

Биодеградацияның негізгі агенттері -микроорганизмдер:

- ферменттік жүйелердің үлкен әртүрлілігі
- метаболизмнің лабильділігі;
- жоғары бейімделу қабілеті

Биодеградацияның биологиялық маңызы:

- негізгі биогенді элементтерді заттардың айналымдарының жаһандық циклдарына өсіру;
- жер бетіндегі " өлі " қалдықтардың жиналуын болдырмау.

КСЕНОБИОТИКТЕРДІҢ БИОЖЕТИМДІЛІГІ

Биожетімділік -ксенобиотиктің биотрансформацияға ұшырауы

Тәуелді:

- трансформацияны жүзеге асыратын микроорганизмдердің генетикалық қасиеттері;
- ксенобиотиканы микроорганизмдер-деструктор жасушаларына көшіру жылдамдығына әсер ететін қоршаған орта жағдайлары;
- деструктор үшін ксенобиотика уыттылығы;
- қоршаған ортадағы ксенобиотиктің концентрациясы.

КСЕНОБИОТИКТЕРДІҢ БИОЖЕТІМДІЛІГІ

Ксенобиотиктердің биожетімділігі химиялық құрылымға байланысты:

- ▶ құрылым күрделі болған сайын, биодеградация үшін ксенобиотик қол жетімді және оны кәдеге жаратуға қабілетті микроағзалар аз;
- ▶ ксенобиотик молекуласында хош иісті сақиналар көп болса, биодеградация үшін қол жетімді;

Ксенобиотиктер биодеградациясының жылдамдығы қатарда төмендейді:

- н-и изоалкандар > циклдық алкандар, сульфирленген ароматика > дитрициклді хош иіс > тетраароматика, стерандар, нафтендер > пентаароматика, асфальт, шайыр;
- алкандар > алкилциклогександар, алкилбензолдар > ациклдікизопреноидты алкандар > метилнафтолдар > C14-C16 бициклді алкандар > стераны > диастераны.

СЫРТҚЫ ОРТА ФАКТОРЛАРЫ ЖӘНЕ КСЕНОБИОТИКТЕРДІҢ БИОЖЕТІМДІЛІГІ

Ксенобиотики биодеградациясының биожетімділігі мен белсенділігі мынадай факторларды шектейді:

1. Деструкторлар микроорганизмдерінің өсуі үшін қажетті белгілі бір фактордың болмауы немесе метаболизм ферменттерін индукциялауға арналған ксенобиотиктің төмен концентрациясы;
 - ▶ адсорбция, байланыс, механикалық қосу, ерігіштігі төмен болғандықтан токсиканттың физикалық қол жетімсіздігі.
 - ▶ электрондық акцепторлардың немесе косубстраттардың болмауы;* қуат элементтерінің тапшылығы;•
 - ▶ термиялық емес температура, ылғалдылық, қышқылдық, т. б.
2. Биодеградацияға қажетті жасушадан тыс ферменттерді инактивациялау
3. Қоршаған ортаның уытты әсері
 - ▶ ксенобиотиктердің уыттылығы;
 - ▶ басқа биологиялық жүйелермен генерацияланатын органикалық ингибиторлардың уыттылығы;
 - ▶ басқа микроорганизмдермен синтезделген қосылыстардың уыттылығы.

КСЕНОБИОТИК КОНЦЕНТРАЦИЯСЫ

- ▶ ксенобиотик концентрациясы жоғары болған сайын, ол қоршаған ортада соғұрлым ұзағырақ;* егер ксенобиотик концентрациясы микроорганизмдер үшін уыттылықтың рұқсат етілген деңгейінен асып кетсе, оның биodeградациясы баяулайды немесе тоқтатылады;
- ▶ ең төменгі баршекті деңгеймикроорганизмдердің-деструктордың тіршілік әрекетін қолдау үшін қажетті ксенобиотиктің концентрациясы;
- ▶ төмен концентрациясы кезінде ксенобиотика тозу басқа субстратты пайдаланған кезде тек кометаболизм режимінде мүмкін (*табиғи жағдайларда бензпирендер мен диоксиндердің тозуы; ксенобиотиктердің қалдық концентрациясының жұтаңдануы*)

КСЕНОБИОТИКТЕР ДЕГРАДАЦИЯСЫНЫҢ МЕХАНИЗМДЕРІ

Бастапқы кезеңдер

Ксенобиотиктер дайындық метаболизмінің реакцияларының кең спектрінің қатысуымен азып қалуы мүмкін.

Аэробтық жағдайлар:

- ▶ гидроксилдеу (гидроксилаздар, моно-, ди-, аралас функциялардың оксидаздары) - поляризация және ксенобиотиканың ерігіштігін арттыру;
- ▶ N-деалкилдеу - моно -, ди -, аралас функциялардың оксидаздары)-алкилдандырылған ксенобиотиктердің бұзылуы;
- ▶ декарбоксилдеу;
- ▶ В-май қышқылдарының тотығуы;
- ▶ эфирлік байланыстардың гидролизі;
- ▶ эпоксидтер мен сульфоксидтердің түзілуі;
- ▶ хош иісті және гетероциклді сақиналардың тотығып ыдырауы;
- ▶ гидролиз - эстераза, фосфотазалар, лиазалар) - эфирлік, фосфоэфирлі және амидтік байланыстардың ыдырауы.

Анаэробты шарттар:

- ▶ қалпына келтіру (аминогруппадағы нитротоптар, қос және үштік байланыстардың қанығуы, қалпына келтіру дегалогенирленуі, т. б.);
- ▶ гидролиз (эстераза, фосфотазалар, лиазалар)
- ▶ эфирлік, фосфоэфирлі және амидті байланыстардың ыдырауы.

КСЕНОБИОТИКТЕР ДЕГРАДАЦИЯСЫНЫҢ МЕХАНИЗМДЕРІ

Егер *синтетикалық ксенобиотиктер* табиғи қосылыстардың химиялық қасиеттері бойынша ұқсас болса, олардың трансформациясы табиғи аналогтар сияқты тетіктер бойынша жүргізіледі. Мұндай ксенобиотиктердің өзгеруі қосылыстармен салыстырғанда тиімді, олардың химиялық құрылымы табиғи аналогтардан қатты ерекшеленеді

Ең ксенобиотиктер *кометаболизм* режимінде өзгереді:

- ▶ күрделі молекуланы трансформациялау қабілеті ортада тіршілік әрекетін қолдау үшін қол жетімді энергия көзінің болуымен байланысты (ксенобиотик осы мақсаттар үшін пайдаланыла алмайды);
- ▶ қосымша органикалық субстрат ксенобиотиктің энергияға және/немесе кофакторларға айналуын қамтамасыз ете алады, оны кәдеге жаратуды жеңілдетеді.

КСЕНОБИОТИКТЕРДІҢ МИКРОБИОЛОГИЯЛЫҚ ДЕСТРУКЦИЯСЫ

Ксенобиотиктердің тозуына топырақ пен суда өмір сүретін бактериялар мен саңырауқұлақтар белсенді қатысады:

- ▶ **аэробты грамтеріс бактериялар:** *Pseudomonas*, *Sphingomonas*, *Burkholderia*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium* босану өкілдері
- ▶ **метаноқышқылдаушы және нитрициялаушы бактериялар;**
- ▶ **аэробты грамоң бактериялар:** босану өкілдері *Bacillus*, *Rhodococcus*, *Nocardia*, *Arthrobacter*;
- ▶ **анаэробты микроорганизмдер:** нитрат - және сульфатредуцирлеуші бактериялар, метаногенді археологтар;
- ▶ **саңырауқұлақтар:** *Phanerochaetae*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Fusarium*

КСЕНОБИОТИКТЕРДІҢ МИКРОБИОЛОГИЯЛЫҚ ДЕСТРУКЦИЯСЫ

Аэробты жағдайлар:

- ▶ микроорганизмдердің-деструкторлардың монокультураларымен ксенобиотиканың тозуы мүмкін;
- ▶ ксенобиотиканың тозуы микроағзалар Ассоциациясы монокультурамен салыстырғанда тезірек, тиімдірек және толық өтеді.

Анаэробты шарттар:

- ▶ ксенобиотиктердің тозуы мықты трофикалық байланыстарға негізделген гетерогенді микробтық қоғамдастықтардың белсенділігімен жүзеге асырылады (синтрофия - микроорганизмдердің бір - бірінен тағамдық қажеттіліктерде толық өзара тәуелділігі);
- ▶ ассоциациялардың түрлері: биопленкалар, түйіршіктер, үлпектер (күрделі қосылыстардың биодеградациясының әртүрлі сатысын жүзеге асыратын микроорганизмдер интермедиаттарды тасымалдауды жеңілдету үшін бір-біріне жақын болады.

МИКРООРГАНИЗМДЕР ЭКОЛОГИЯСЫ - КСЕНОБИОТИКТЕР ДЕСТРУКТОРЛАРЫНЫҢ

- ▶ Кувейт мен Сауд Арабиясы аумағында алынған топырақ сынамаларында мұнаймен және мұнай өнімдерімен ластанғаннан кейін алғашқы аптада *Rhodococcus* текті микроорганизмдер, содан кейін *Bacillus* және *Arthrobacter* босану басым, үшінші аптаның соңында *Pseudomonas* текті грамтеріс бактериялары және *Streptomyces* текті актиномицеттер пайда болады;
- ▶ Можайский су қоймасы дизель отынымен ластанғаннан кейін бастапқы кезеңдерде *Acinetobacter*, *Arthrobacter* тектерінің бактериялары басым болды, содан кейін олардың микроорганизмдерін ауыстырумен *rhodococcus* тегі, төрт аптадан кейін - *Pseudomonas* руының өкілдері, екі ай бойы өзінің доминантты жағдайын сақтайды;
- ▶ табиғи суға мұнай енгізген кезде бірінші аптада *Rhodococcus* және *Arthrobacter* босану бактериялары басым, содан кейін қауымдастықта *Pseudomonas* тектес бактериялар басым, біраз уақыттан кейін - *Acinetobacter* және *Arthrobacter* босану;
- ▶ Мұнай және мұнай өнімдерімен созылмалы ластанған экожүйелерде сөзсіз доминант болып *Rhodococcus* текті бактериялар болып табылады, ал қалған босану екінші дәрежелі орынға ие.