

# **I. Хімічні засоби захисту (пестициди)**

## **Лекція 3. Токсичність пестицидів для шкідливих організмів**

### **План**

- 1. Токсичність пестицидів, загальні поняття.*
- 2. Фактори токсичності пестицидів.*
- 3. Вибіркова токсичність. Селективність.*

### **1. Токсичність**

**Токсичність пестициду** - це його властивість в певних кількостях порушувати нормальні процеси життєдіяльності шкідливого організму, викликати його отруєння і можливу подальшу загибель. Токсичність речовин з групи пестицидів залежить від їх хімічного складу, кількості, що впливає на організм, шляхи надходження, механізмів і тривалості дії, умов зовнішнього середовища, чутливості, вихідного стану організму і ряду інших чинників. Розділяють гостру і хронічну токсичність речовин, визначаючи, таким чином, їх дію на організм. У захисті рослин в основному використовуються пестициди, що володіють гострою токсичністю, яка забезпечує швидкий ефект щодо шкідливих організмів. У спеціальних випадках, коли застосування великих кількостей пестицидів становить небезпеку для корисних організмів і людини, використовують їх хронічну токсичність, вводячи до складу приманок малі частки отруйних речовин і оновлюючи ці приманки кожен день протягом тижня (наприклад, застосування антикоагулянтів крові - родентицидів) . Для різних організмів мірою токсичності пестицидів є доза - кількість отруйної речовини на одиницю виміру об'єкта, що викликає певний ефект . Її виражають в одиницях маси пестициду по відношенню до одиниці маси оброблюваного об'єкта ( мкг / г, мг / кг), об'єму ( концентрація в мкг / мл, мг / л ) або на об'єкт ( мкг / особина ). При оцінці токсичності того чи іншого речовини завжди враховується загальний біологічний закон розвитку живих істот: життєздатність виду визначається ступенем гетерогенності його популяції . Дані показники також використовуються для визначення ступеня стійкості популяції до пестициду і вибіркості дії пестициду на певні види організмів . У відповідності з сучасними уявленнями про механізм дії отрут, будь-який хімічний агент після надходження в організм повинен увійти у взаємодію з певним хімічним рецептором, який відповідальний за проходження життєво важливою біохімічної реакції. Такий рецептор називають «місцем дії». Токсичність речовини для організму буде залежати від того, яка кількість отрути досягло місця дії, наскільки сильно і на який час блокується біохімічна реакція, а також яке значення цієї реакції для життєдіяльності організму. З цієї причини будь-який чинник, який впливає на процеси надходження речовини в організм, його «поведінки» в ньому і взаємодія з рецептором, викликає зміну токсичності. Також токсичність речовини для живого організму залежить від

доза токсиканту і тривалості експозиції. У певному діапазоні з збільшенням дози та експозиції пропорційно зростає ефект.

## **2. Фактори токсичності пестицидів.**

Фактори, що впливають на токсичність пестицидів та їх поведінка в навколишньому середовищі, умовно ділять на біотичні, абіотичні і хіміко-фізичні. Джерелом біотичних факторів є безпосередньо живий організм або будь-яка сукупність організмів. Окремі препарати виявляють свою токсичність проти одного виду і не діють або виявляють слабку токсичність до іншого. Не менш важливе значення мають стадія розвитку і вік шкідливого організму. У стійкості шкідників до токсичної дії хімічних засобів важливу роль відіграють зовнішні покриви і анатомо-морфологічні особливості організму. Значно зменшується проникнення препарату всередину організму, покритого восковим шаром (щитівки, личинки деяких шкідників і т.д.). Високостійкими також яйця комах, кліщів, окремі форми грибів, цисти нематод, непророслих насіння бур'янів. Деякі шкідники здатні до особливих захисних реакцій, що запобігають проникненню токсичних речовин в організм. До таких реакцій відносяться, наприклад, блювання, пронос (при застосуванні інсектицидів кишкової дії), внаслідок чого травний канал очищається від отруйної їжі. При використанні речовин фумігаційної дії у комах на довгий час закриваються дихальні отвори, що слід враховувати при визначенні експозиції. У відповідь на дію препаратів контактної дії в равликів спостерігається надлишкове виділення слизових речовин, що склеюють частинки препарату і значно знижують його токсичну дію. Для шкідників, збудників хвороб рослин і бур'янів характерна індивідуальна стійкість до токсичності хімічних засобів захисту рослин. Встановлено, що в однаковому віці окремі види проявляють різну стійкість до того чи іншого препарату. При цьому має значення патологічний стан окремих органів і систем, а також загальний фізіологічний стан організму. Токсична дія препарату залежить також від періоду його застосування протягом доби. На токсичність препаратів впливають і статеві особливості. Встановлено, що самки менш чутливі до препаратів, ніж самці. Абіотичні фактори - сукупність органічних факторів (неживої природи), фізичного або хімічного впливу (клімат, світло, температура, вологість повітря і ґрунту, вітер, радіоактивне випромінювання, склад води, повітря, рельєф місцевості та ін.). Прямо чи опосередковано впливають на живі організми і, відповідно, на токсичність хімічних засобів захисту рослин. У зв'язку з тим, що стійкість шкідливих організмів значною мірою залежить від фізіологічного стану останніх, умови, що підвищують життєдіяльність організмів, можуть посилювати токсичність хімічних сполук, а фактори, які стримують життєдіяльність організмів, навпаки, не сприяють прояву токсичної активності пестицидів. Серед цих факторів найбільше значення має температура. Під її впливом змінюється як активність самого препарату, так і реакція організму. Підвищена температура впливає на токсичність препаратів двоюко: з одного боку, може

підвищуватися активність діючої речовини препарату, а з іншого - сам шкідливий організм стає більш чутливим до її дії.

Особливе значення має температура при використанні системних препаратів. При температурах, нижче оптимальних, фізіологічні процеси в рослинах уповільнені, переміщення поживних і пестицидних речовин у провідних системах повільне, у зв'язку з чим токсичність пестицидів незначна або повністю відсутня. Відносно низькі температури можуть впливати на формування резистентності у шкідливих організмів. Їх тканини і органи набувають здатність до часткової переробки і нейтралізації тієї мінімальної кількості токсичної речовини, що надходить в них. Сучасні інсектициди мають позитивний коефіцієнт токсичності (пряма залежність токсичності препарату від температури). Але якщо для ФОС інших класів хімічних сполук така залежність виявляється чітко, то для піретроїдів вона характерна тільки до певної температури (24-26 ° C). Подальше підвищення викликає зниження захисної дії. Пряма залежність впливу температури властива фунгіцидів і гербіцидів. Знання таких властивостей пестицидів дає можливість вибору препарату, його норми витрат, термінів застосування залежно від температурних умов середовища. Токсичність хімічних сполук в значній мірі залежить від дози. Біологічна реакція живого організму, на який діє токсична речовина, викликається лише незначною частиною загальної дози, яка використовується на практиці. Ця частка інгібує деякі важливі функції організму, після чого розвивається патологічний процес, здатний призвести до його загибелі. Токсичність залежить і від того, як швидко і в якому кількості речовина проникає до місця дії і вступає у взаємодію з організмом. Тому будь-який чинник, що впливає на процеси взаємодії речовини з чутливими органами, призводить до змін токсичності. Хімічно стійкі речовини тривалий період зберігаються на об'єктах в порівнянні з малостійкими, що слід враховувати при їх застосуванні. При внесення нестійких препаратів у ґрунт їх одночасно і ретельно загортають, що сприяє підвищенню токсичності і збільшує тривалість збереження в ґрунті. На вегетуючих рослинах високостійкі препарати доцільно застосовувати при температурах, нижче оптимальних, що значно зменшує їх вивітрювання. При високих температурах використовувати їх недоцільно. Важливим фактором, що впливає на токсичність пестицидів, є їх хіміко-фізична властивість. Особливо велике значення має просторова будова їх молекул. Багато хто з сучасних хімічних сполук у дійсності суміш молекул, що складаються з одних і тих самих атомів, але з різним їх просторовим розташуванням. Такі сполуки називаються сумішами ізомерів. Прикладом такої структури можуть бути синтетичні піретроїди, про які піде мова в спеціальному розділі. Для токсичності пестицидів мають значення такі властивості, як дисперсність, липкість, змочуваність і тримання робочих рідин на рослинах їх визначають розмір і форма частинок препарату, полярність, величина поверхневого натягу, характер поверхні листя. Для поліпшення властивостей токсиканту в робочих рідинах додають різні допоміжні речовини (прилипачі, змочувачі, рідкі комплексні добрива, поверхнево-активні речовини). Інтенсивність

поїдання їжі разом з пестицидами, відвідування оброблених посівів (теж впливає на ефективність препарату) сприяє відсутність або наявність різкого відразливого або навпаки, ваблячого запаху ( репелентність і атрактантність ) у токсиканту. Перше властивість особливо стосується отруйних приманок, друга - небезпека для запилювачів.

У цілому, токсичність пестициду залежить від декількох факторів, без оглядки на які неможливо правильне використання препаратів. Всі ці фактори можна розподілити за трьома групами :діють на тривалість контакту пестициду з шкідливим організмом ( експозицію) ; впливають на надходження отрути в організм шкідника ;пов'язані з « поведінкою» отруйної речовини в організмі шкідника і взаємодія отрути з рецептором ( місцем дії ).

**Експозиція** ( тривалість контакту токсичної речовини з шкідливим організмом ) - це одна з основних умов прояву токсичності. Відомо, що з ростом експозиції токсична дія отрути зростає, оскільки в організм надходить його більша кількість. При обробці ґрунту і рослин експозиція залежить від тривалості збереження пестициду в ґрунті і на рослинах. Велике значення при цьому мають умови зовнішнього середовища і фізико-хімічні властивості пестициду. Тривалість експозиції найбільшою мірою залежить від хімічної, термічної стійкості і фотостабільні, а також від леткості речовини. Хімічно стійкі та малолеткі речовини довго зберігаються на рослинах і в ґрунті. З умов зовнішнього середовища найбільший вплив на токсичність пестицидів має температура. Під її впливом можлива зміна активності як самої речовини, так і реакції організму. Із збільшенням температури підвищуються втрати пестициду з обробленої поверхні, але токсичність його може одночасно зростати, наприклад, при утворенні більш токсичних речовин. При цьому, в умовах оптимальної температури організм стає більш чутливим до токсичного речовині через посилення процесів обміну речовин. Всі ґрунтові фактори, які впливають на збереження пестицидів у ґрунті, матимуть вплив на токсичність препаратів. Із збільшенням вмісту органічної речовини і мулистих частинок в ґрунті різко зростає сорбція пестицидів ґрунтовим комплексом. В результаті зменшується кількість речовини у ґрунтовому розчині, знижується його ефективність і, як наслідок, норму витрати пестицидів доводиться збільшувати. На токсичність пестициду помітний вплив чинять також процеси, які протікають всередині організму. Надходження отрути в організм викликає відповідні захисні реакції, що обмежують його токсичну дію. До таких реакцій відносяться : виведення речовини у зовнішнє середовище в незмінному вигляді, відкладення (депонування) його в тканинах і руйнування отрути до більш простих речовин з включенням їх в загальні процеси метаболізму або наступною екскрецією. Токсичність отрути також залежить від швидкості активної або пасивної дифузії речовин через різні тканини. Чим вище швидкість проникнення, тим більше отруйність з'єднання, оскільки зменшуються можливості для його детоксикації та депонування. У багатьох організмах також є внутрішні структурні бар'єри, що перешкоджають проникненню токсичних речовин до життєво важливих центрів. Універсальною мірою

токсичності пестицидів для шкідливих організмів є **доза отруйної речовини** - кількість препарату, що викликає певний ефект. Вона зазвичай виражається в одиницях маси пестициду в відношенні до одиниці маси шкідливого організму ( в міліграмах на кілограм ). Показники токсичності позначають літерними символами із зазначенням величини ефекту : СД ( смертельна доза ) = ЛД ( летальна доза ), СК ( смертельна концентрація ) = ЛК ( летальна концентрація ), ОД ( ефективна доза ). Наприклад, ЛД<sub>50</sub> - це доза пестициду, яка викликає смерть 50 % організмів, на які вона впливає. Ефект токсичних речовин для шкідливих організмів визначають за відсотком їх загибелі або за характерними ознаками отруєння отрутою ( зменшення маси, затримка росту, зміна активності окремих систем організму, його реакції і т.п. ). Кількісні показники токсичності визначають емпірично, діючи на групи досвідчених об'єктів різними ( логарифмічно зростаючими ) дозами препаратів.

Показники токсичності дозволяють визначити норми витрати пестициду. Чим менше абсолютна величина ЛД<sub>50</sub> або СК<sub>50</sub>, тим більшу токсичність має речовина. Порівнюючи однаково токсичні дози ( наприклад, ЛД<sub>50</sub> ) або концентрації ( СК<sub>50</sub> ) для різних об'єктів, визначають вибірковість ( селективність ) дії пестициду. Взаємна залежність між токсичністю і дозою пестициду лежить в основі кількісного визначення отруйних речовин у різних середовищах, у вивченні стійкості ( резистентності ) шкідливих організмів до інсектицидного засобу, а також санітарно-гігієнічної оцінки пестицидів.

### **3. Вибіркова токсичність. Селективність.**

**Вибіркова токсичність ( селективність )** - здатність речовини вражати один вид живих організмів без пошкодження якого іншого виду, навіть якщо обидва вони знаходяться в тісному контакті, або здатність діяти на одні структури ( фізіологічні процеси ), не зачіпаючи інших, навіть безпосередньо з ними пов'язаних. Вибіркова токсична речовина може надавати дію трьома шляхами:

- 1 накопичуватися в шкідливих організмах ;
- 2 взаємодіяти з клітинними структурами, які є тільки в шкідливого виду;
- 3 пошкоджувати якусь життєво важливу хімічну систему для шкідливого виду і не мати великого значення для корисних рослин.

Для корисних рослин, грибів, комах, людини і тварин пестициди повинні бути малотоксичні. У ряді випадків цього досягти дуже важко через схожою природи біохімічно - фізіологічних процесів шкідливих і корисних організмів, або тому, що шкідник живе всередині захищається рослини. У даному випадку вибіркова токсичність може визначатися особливостями застосування токсичного діючої речовини, морфології і поведінки організмів, а також процесами проникнення пестициду, його перетворення і виведення. Дану токсичність можна частково регулювати приготуванням спеціальних препаративних форм ( мікрокапсульовані суспензії, гранули ), спрямованого застосування пестицидів на рослини.

Показник селективності (ПС ) або коефіцієнт вибірковості (КІ ) характеризують, відповідно, ступінь вираженості селективності або вибірковості.

**Причинами вибірковості** служать біохімічні та топографічні фактори. Біохімічна вибірковість обумовлена здатністю організмів детоксикувати діючу речовину або утворювати з ним неактивні комплекси ( кон'юганти ) до того, як пестицид проникне до місця дії.

**Топографічна вибірковість** обумовлена тим, що препарат з деяких причин не може проникнути в організм або не потрапляє на стійкий об'єкт.

Корисні і шкідливі організми мають ряд цитологічних відмінностей, які є основою вибірковості. Наприклад, отрути, які діють на нервову систему, токсичні для тварин, але малотоксичні для рослин, у яких її немає. Речовини, що руйнують хлоропласти, для тварин зі зрозумілих причин практично не отруйні.

Багато пестицидів вибірково токсичні, оскільки впливають на біохімічні процеси, життєво важливі або специфічні тільки для певних організмів.

Для характеристики вибіркової дії гербіцидів застосовують показник селективності і індекс селективності. Показник селективності являє собою відношення показника фітотоксичності одного препарату для різних видів рослин. По ньому можна встановити, у скільки разів токсичність препарату більше для одного виду рослини, ніж для якогось іншого. З двох порівнюваних об'єктів за перший приймається той, у якого показник більше, тому, чим сильніше показник селективності перевищує одиницю, тим більшою вибірковістю характеризується даний гербіцид. **Індекс селективності (ІС )** - це відношення дози, при використанні якої врожай знижується лише незначно, до дози, яка нищить велику частину бур'янів. Іншими словами, ця величина показує, у скільки разів доза, що викликає достатню зниження засміченості, менше, ніж доза, токсично діє на культури рослин. Отже, чим більше одиниці ІС, тим більше високою вибірковістю характеризується гербіцид. Користуючись поняттям ІС, можна характеризувати, наскільки вибірковість одного препарату більше або менше вибірковості іншого.

2/ **Антидоти** являють собою лікарські засоби або спеціальні склади, застосування яких у профілактиці та лікуванні отруєнь обумовлено їх специфічним антитоксичну дію. Антидоти знешкоджують отрути і усувають викликані ними токсичні ефекти. Застосування антидотів лежить в основі профілактичних або терапевтичних заходів з нейтралізації токсичних ефектів хімічних речовин. Оскільки багато хімічні речовини мають множинними механізмами токсичної дії, в деяких випадках доводиться одночасно вводити різні антидоти, застосовувати терапевтичні засоби, що усувають не причини, а тільки окремі симптоми отруєння. Більше того, оскільки глибинні механізми дії більшості хімічних сполук вивчені недостатньо, лікування отруєнь обмежується симптоматичною терапією. Досвід, накопичений в клінічній токсикології, показує, що деякі препарати, зокрема вітаміни і гормони, можна віднести до універсальних антидотів, завдяки позитивному профілактичному і терапевтичному, дії, яке вони надають при різних отруєннях. Пояснюється це тим, що в основі отруєння лежать загальні патогенетичні механізми. Загально визнаною класифікації антидотів до цих пір не існує. Найбільш раціональна система класифікацій ґрунтується на зведенні антидотів в основні групи залежно від механізму їх антитоксичної дії : фізичного, хімічного, біохімічного або фізіологічного. Виходячи з умов, за яких антидоти вступають в реакцію з отрутою, проводять розмежування між антидотами місцевої дії, що реагують з отрутою до його всмоктування тканинами організму, і антидотами резорбтивної дії, що реагують з отрутою після його надходження в тканини і фізіологічні рідини. Слід зазначити, що антидоти фізичної дії застосовуються виключно для профілактики інтоксикації, а антидоти резорбтивної дії служать як для профілактики, так і для лікування отруєнь. Антидоти фізичної дії Ці антидоти надають захисну дію, головним чином, за рахунок адсорбції отрути. Завдяки своїй високій поверхневої активності адсорбенти пов'язують молекули твердої речовини і перешкоджають його поглинанню навколишнього тканиною. Однак молекули адсорбованого отрути можуть пізніше відокремитися від адсорбенту і знову потрапити на тканині шлунка. Це явище десорбції. Тому при застосуванні антидотів фізичної дії винятково важливо поєднувати їх із заходами, спрямованими на подальше виведення адсорбенту з організму. Це можна домогтися промиванням шлунка або застосуванням проносних, якщо адсорбент вже потрапив в кишечник. Перевагу слід віддавати сольовим проносним (наприклад, сульфату натрію ), що є гіпертонічними розчинами, стимулюючими надходження рідини в кишечник, що практично виключає поглинання твердої речовини тканинами. Жирові проносні (наприклад, касторове масло ) можуть сприяти адсорбції жиророзчинних хімічних речовин, у результаті чого зростає кількість отрути, поглиненого організмом. Найбільш типовими антидотами цієї групи є активоване вугілля і каолін. Вони дають великий ефект при гострому отруєнні алкалоїдами ( органічними речовинами рослинного походження, наприклад атропіном ) або солями важких металів. Антидоти хімічної дії У складі механізму їх дії лежить безпосередньо реакція між отрутою і антидотом. Хімічні антидоти можуть

бути як місцевого, так і резорбтивної дії. Місцева дія. Якщо фізичні антидоти надають малоспецифічний антидотний ефект, то хімічні мають досить високою специфічністю, що пов'язано із самим характером хімічної реакції. Місцева дія хімічних антидотів забезпечується в результаті реакції нейтралізації, освіти нерозчинних сполук, окислення, відновлення, конкурентного заміщення і утворення комплексів. Перші три механізми дії мають особливу важливість і вивчені краще за інших. Хорошим прикладом нейтралізації отрут служить використання лугів для протидії випадково проковтнутим або потрапили на шкіру сильним кислотам. Нейтралізуючі антидоти застосовуються і для здійснення реакцій, в результаті яких утворюються сполуки, що мають низьку біологічну активність. Наприклад, у разі попадання в організм сильних кислот рекомендується провести промивання шлунка теплою водою, в яку доданий оксид магнію ( 20 г \ л). У разі отруєння плавиковою або лимонною кислотою хворому дають проковтнути кашкоподібного суміш хлориду кальцію та оксиду магнію. При попаданні їдких лугів слід провести промивання шлунка однопроцентним розчином лимонної або оцтової кислоти. У всіх випадках попадання в організм їдких лугів і концентрованих кислот слід мати на увазі, що блювотні засоби протипоказані. При блювоті відбуваються різкі скорочення шлункових м'язів, а оскільки ці агресивні рідини можуть вразити шлункову тканину, виникає небезпека прориву. Антидоти, що утворюють нерозчинні сполуки, які не можуть проникнути через слизові оболонки або шкіру, мають вибіркову дію, тобто ефективні тільки в разі отруєння певними хімічними речовинами. Класичним прикладом антидотів такого типу може служити 2,3 - димеркаптопропанол, який утворює нерозчинні, хімічно інертні сульфідні металів. Він дає позитивний ефект при отруєнні цинком, міддю, кадмієм, ртуттю, сурмою, миш'яком. Таннин ( дубильна кислота ) утворює нерозчинні сполуки з солями алкалоїдів і важких металів. Токсиколог повинен пам'ятати, що сполуки таніну з морфіном, кокаїном, атропіном або нікотином володіють різним ступенем стабільності. Після прийому будь-яких антидотів цієї групи необхідно проводити промивання шлунка для виведення утворених хімічних комплексів. Останні роки привертає до себе увагу місцеве застосування тіосульфату натрію. Він використовується у випадках отруєння миш'яком, ртуттю, свинцем, ціаністим воднем, солями бромю та йоду. У випадках попадання в організм опію, морфіну, аконіту або фосфору широко застосовується окислення твердої речовини. Найбільш поширеним антидотом для цих випадків є перманганат калію, який застосовується для промивання шлунка у вигляді 0,02-0,01 - процентного розчину. Цей препарат не дає ефекту при отруєнні кокаїном, атропіном і барбітуратами. Резорбтивна дія. Резорбтивні антидоти хімічної дії можна поділити на дві основні підгрупи : а) антидоти, що вступають у взаємодію з деякими проміжними продуктами, що утворюються в результаті реакції між отрутою і субстратом, б) антидоти, безпосередньо втручаються в реакцію між отрутою і певними біологічними системами. У цьому випадку хімічний механізм часто буває пов'язаний з біохімічним механізмом антидотного дії. Отже, лікування



антидотами протікає в трьох основних напрямках: 1) нейтралізація отрути в кровотоці негайно після його надходження в організм; 2) фіксація отрути в кровотоці з метою обмеження його кількості, що надходить в тканини; 3) нейтралізація отрути, що надходить у кров, після дисоціації ціанометгемоглобіна та комплексу ціаніду і субстрату. Комплексообразуючі сполуки включають також антидоти, молекули яких містять вільні меркаптогрупи SH. Великий інтерес у цьому плані становлять дімеркаптопрол (БАЛ) і 2,3-дімеркаптопропансульфат (унітіол). Молекулярна структура цих антидотів сравнительно проста: БАЛ унітіол. В обох цих антидотів є дві SH-групи, близькі до один одного. Вони реагують з металами і неметалами. Тут можна виділити наступні фази: а) реакція ферментних SH-груп та освіта малоустойчива комплексу; б) реакція антидоту з комплексом; в) вивільнення активної ферменту завдяки утворенню комплексу метал-антидот, що виводиться із сечею. Для лікування отруєнь нікелем, молібденом і деякими іншими металами ефективних антидотів не існує. Антидоти біохімічного та фізіологічного дії. Ці препарати відрізняються високоспецифічний антидотного ефектом. Для даного класу типові антидоти, що застосовуються при лікуванні отруєнь фосфорорганічними сполуками, які є основними компонентами інсектицидів. Навіть дуже невеликі дози фосфорорганічних сполук пригнічують функцію холінестерази в результаті її фосфорилування, що призводить до накопичення ацетилхоліну в тканинах. Оскільки ацетилхолін має величезне значення для передачі імпульсів як у центральній, так і в периферичній нервовій системі, його надмірна кількість веде до порушення нервових функцій, і отже, до серйозних патологічних змін. Антидоти, що відновлюють функцію холінестерази, належать до похідних гідроксамових кислот і містять оксимного групу R-CH=NOH. Практичне значення мають оксимного антидоти 2-ПАМ (пралідоксим), дипіроксим (ТМБ-4) і Ізонітрозин. За сприятливих умов ці речовини можуть відновити функцію ферменту холінестерази, послаблюючи або ліквідуючи клінічні ознаки отруєння, запобігаючи віддалені наслідки і сприяючи успішному одужанню. Практика однак показала, що найкращі результати досягаються в тих випадках, коли біохімічні антидоти застосовуються з антидотами фізіологічної дії. До антидотів фізіологічної дії відносяться всі лікарські засоби, що викликають фізіологічні реакції, які протидіють отрути (наприклад, збуджуючі дію при паралізують отрутах).