

ХИМИЧНИ МЕТОДИ ЗА БОРБА С ВРЕДИТЕЛИТЕ

1. Общи сведения за пестицидите

Пестицидите се класифицират по следните признаци: химичен състав, обект на приложение, начин на приложение, начин на проникване в организма и характер на действие върху него.

По химичен състав пестицидите се разделят на три основни групи: органични, неорганични и препарати от биологичен произход. Най-обширна е първата група - органични съединения, към която се отнасят пестициди с висока активност спрямо физиологичната дейност (хлорорганични, фосфороорганични).

Според обекта на приложение пестицидите се подразделят на:

- инсектициди - за борба срещу насекомни вредители;
- акарициди - за борба срещу вредни акари;
- инсектоакарициди - за унищожаване насекоми и акари;
- родентициди - за борба с гризачите;
- фунгициди - за борба срещу гъбни болести;
- бактерициди - за борба срещу бактериални заболявания.

По начин на приложение се различават пестициди, които се използват в прахообразно състояние за опрашване (прилагат се за семенно зърно); във вид на разтвори; емулсии и суспензии за пръскане (влажна дезинсекция); във вид на аерозоли в газова фаза (аерозолна дезинсекция); във вид на пари и газове (газова дезинсекция); като съставка на примамки за гризачи.

По начин на проникване в организма и по характера на действие пестицидите се разделят на стомашни, контактни и фумигантни (газови). Пестицидите със стомашно действие предизвикват отравяне при постъпване в организма чрез храната. Контактните действат смъртоносно при съприкосновението им с телесната покривка. Фумигантите във вид на газове или пари проникват в организма чрез дихателната система.

Свойството на пестицидите в малки количества да предизвикват отравяне и гибел на вредителите, се нарича токсичност. Тя

зависи от количеството на отровното вещество, пътищата за постъпване в организма, продължителност на действие, състояние на организма, условия на околната среда.

Опитно установеното оптимално количество от пестицидите, препоръчвано за прилагане в производствени условия за получаване висок летален ефект, се нарича доза. Тя се изразява в g или dm³ от пестицида, изразходван на единица площ (при влажна дезинсекция), на единица маса (при обработка на зърно) или на единица обем. При газовото обеззаразяване от значение е концентрацията на фумиганта - реалното съдържание на газа (парите) в междузърненото или в свободното пространство. Концентрацията е от значение и за влажната и аерозолна дезинсекция, като в случая тя е процентното съдържание на пестицида в работния състав (разтвор, емулсия).

Всички живи организми могат да живеят при наличие на пестицида, без видими нарушения, до определена концентрация. Тази критична концентрация характеризира т.нар. природна устойчивост на съответния организъм към отровното вещество, т.е. способността на организма да се съпротивлява към отровното действие на пестицида. Понякога в резултат на многократно въздействие върху редица поколения от даден вид вредители с недостатъчни дози от определен пестицид за унищожаване на цялата популация, насекомите придобиват повишена устойчивост - придобита устойчивост (резистентност).

Стойностите на дозата и концентрацията не са постоянни величини. Те зависят от степента на херметичност на обекта, температурата на средата, вида на фумиганта, характера на сорбция и т.н. Температурата оказва голямо влияние върху процеса. При по-високи температури организмите са по-чувствителни към отровните вещества, тъй като процесът на обмяната на веществата протича по-интензивно. Ето защо дозата е по-ниска при по-високи температури.

2. Влажна дезинсекция

При влажната дезинсекция заразените с вредители различни обекти се обеззаразя-

ват с помощта на контактни пестициди под формата на водни разтвори или емулсии. Водата, в която се разтваря пестицидът, е само негов носител. Тя допринася за по-равномерно разпределение на пестицида по обработваната повърхност и влияе върху ефективността на обработката само косвено.

Същността на влажната дезинсекция се състои в това, че водният разтвор или емулсията, диспергирани до малки капки с помощта на машини за пръскане, се нанася върху обработваната повърхност - подове, стени; тавани и покриви на складове; вътрешна и външна повърхности на силосни клетки; надсилосно и подсилосно помещение; работни кули; оборудване; територия на предприятието; инвентар; транспортни средства.

Чрез влажна дезинсекция се обработват и зърнени партии преди продължително съхранение. Чрез тази обработка не само се унищожават наличните вредители, но и се създават условия, недопускащи тяхната поява и развитие през времетраенето на съхранението.

Важно условие при влажната дезинсекция е осъществяването на непосредствен контакт на пестицида с вредителите или с обработваната повърхност. Само в този случай се постига максимален летален ефект. Осигуряването на непосредствения контакт е възможно само при предварително проведено добро механично почистване на обработваната повърхност от прах и други отпадъци, в които се укриват вредителите.

Токсичността на контактните пестициди се намалява значително при ниски температури. Ето защо влажната дезинсекция се провежда при температури над 12 °C.

След влажната дезинсекция складовете се затварят. Отварят се след 2 - 3 d и се проветряват в продължение на 15 - 20 d.

3. Аерозолна дезинсекция

Аерозолната дезинсекция се прилага за обеззаразяване на празни складови помещения. Тази дезинсекция е по-ефикасна и по-производителна от влажната. Прилагащите аерозоли представляват аеродисперсни системи с течна или твърда дисперсна фаза. В зависимост от това аерозолите се наричат мъгли (с течна дисперсна фаза) и

димове или прахове (с твърда дисперсна фаза). Като дисперсни фази се използват контактни пестициди. Най-важната характеристика на аерозолите е дисперсността, т.е. размерът на частичките на дисперсната фаза, които трябва да бъдат в границите от 0,5 до 50 µm.

Както влажната дезинсекция, така и аерозолната, трябва да се предхожда задължително от щателно механично почистване, тъй като частиците на аерозола, утаявайки се на повърхността, са неспособни да проникнат под праха и отпадъците и да достигнат до намиращите се там вредители.

В зависимост от начина на получаване, аерозолите биват химични, термични и термомеханични. Най-широко приложение има първият начин, който се състои в механично раздробяване на пестицида в течно или твърдо агрегатно състояние до размерите на аерозолните частици и разпръскването им в обеззаразявания обект.

Термични аерозоли се получават най-често чрез изгаряне на различни димови смеси с отровно химическо вещество. В нашата страна се използват инсектицидни димки, които се прилагат за обеззаразяване на празни складове, силоси и други празни помещения в доза 30 mg активно вещество на 1 m³.

Термомеханичните аерозоли се получават чрез използване на специални термични аерозолни генератори, с които разтвореният в нафта пестицид се пулверизира от газова струя. При това разтворителят се изпарява частично под действието на високата температура на газа.

4. Газова дезинсекция (фумигация)

Газовата дезинсекция е широко прилаган метод за обеззаразяване на зърнени суровини и зърнени продукти, както и на складови и производствени помещения. Прилагат се отровни газове или пари, а също така и твърди или течни вещества, които образуват отровни газове или пари при разлагане или при изпарение. Газовите пестициди се наричат още фумиганти (от латинската дума *fumus* - дим), а газовата дезинсекция - фумигация. За да бъдат ефективни, фумигантите трябва да бъдат в газообразно състояние, тъй като в такъв вид те ди-

фундират във въздуха, проникват в обеззаразяваните продукти и в дихателната система на вредителите.

5. Фумиганти

В предприятията за съхранение и преработка на зърнени суровини се използват ограничен брой фумиганти, тъй като изискванията към тях са много и разнообразни. Съгласно тези изисквания идеалният фумигант трябва да има ниска стойност, лесна приложимост, висока токсичност към всички стадии от развитието на вредителите, ниска токсичност към човека, висока летливост, голяма прониквателна способност, малка сорбция от зърното, положителни предупреждаващи свойства за лесно откриване, да нямат кородирани, пожаро- и взривоопасни свойства, лесно да се дегазира, да не оставят вредни остатъци, да не влияе върху семенните, технологичните и хранителните качества на продукцията. Използваните фумиганти не отговарят напълно на тези изисквания, а в по-голяма или по-малка степен ги удовлетворяват. Ето защо те се прилагат съобразно обеззаразявания обект и условията на работа. Понякога се прилагат във вид на смеси.

Прилагането на фумигантите предизвиква у вредителите защитна реакция, която се изразява в затваряне на дихалцата и прекратяване на газообмена с околната среда. При тези условия вредителите могат да живеят известно време (2 - 20 min насекомите и 4 - 5 d яйцата на акарите) за сметка на кислорода, който се намира в трахейната система. След неговото изразходване трахейната система се насища с въглероден диоксид, което принуждава насекомите да отворят дихалцата си и впоследствие да погълнат част от фумиганта. От дихателната система фумигантът прониква до жизненоважните органи и отравя организма. Постиганият летален ефект от прилагането на фумигантите зависи основно от следните фактори: температура, влажност, концентрация на фумиганта, експозиция, вид на вредителя и етап на развитие. В най-голяма степен влияе първият фактор, който е от основно значение за живота на вредителите. При по-високи температури, дишането и обмяната на веществата са по-

интензивни, вследствие на което леталният ефект се постига при по-малки дози и за по-кратко време (експозиция). При понижени температури същият ефект се постига при увеличена доза или удължена експозиция.

Относителната влажност на въздуха оказва сравнително по-слабо влияние върху леталния ефект. По-съществено влияе влажността на зърното и зърнопродуктите, тъй като до голяма степен определя концентрацията на фумиганта в междузърненото пространство. С повишаване на влажността нараства рязко сорбцията на фумиганта от зърната, вследствие на което се намалява концентрацията му в междузърненото пространство.

За различните видове вредители са необходими различни количества от фумигантите за получаване на еднакъв летален ефект. Същото се отнася и за различните стадии на развитие като в повечето случаи какавидата се отличава с най-голяма устойчивост.

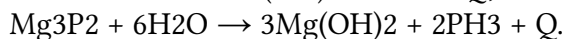
Леталният ефект е свързан в значителна степен с концентрацията на фумиганта и продължителността на експозицията. Концентрацията, обаче, не е постоянна през експозицията, а се променя в резултат на дифузия, сорбционни процеси или загуба на газа при недостатъчна херметичност. Ето защо преценка за ефективността на процеса не може да се направи въз основа на препоръчаните дози и експозиции. За тази цел се използва обобщен показател, представляващ произведение на концентрацията и експозицията ($C \times T$, mg.h/m³), който се изчислява като сума от стойностите, получени при периодичните измервания на концентрациите на газа в различни точки на фумигирания обект

Преценката за хода на процеса на обеззаразяване се прави след сравняване на получената сумарна величина с леталната стойност при същите условия (експозиция и температура). В случай, че първата величина има по-малка стойност, за постигане на пълно унищожаване на вредителя е необходимо добавяне на определено количество от фумиганта или удължаване на експозицията. Когато леталната стойност е равна или по-малка от изчислената, експозицията може да се прекрати, тъй като

всички вредители са унищожени. Леталните стойности при различна експозиция зависят от фумиганта, вида и стадия от развитието на вредителя.

Понастоящем се прилага само един фу-миант – фосфороводород, който се образува от фосфороводородни препарати.

Фосфороводородни препарати. За газова дезинсекция се използват различни фосфороводородни препарати – Фостоксин, Магтоксин и Делиция - газтоксин. Препаратите се произвеждат във вид на гранули, таблетки и прах в книжни пакети в Германия. Основна съставка на тези препарати е метален фосфид - AlP или Mg_3P_2 . Фостоксинът и делиция-газтоксинът са на база AlP , а магтоксинът - на Mg_3P_2 . Металният фосфид под действие на влагата във въздуха или в зърното се хидролизира:



Отделящият се фосфороводород (фосфин) е активното вещество на препаратите и е със силна токсичност към всички вредители. Представлява безцветен газ с мирис, подобен на развалена риба, чесън или промишлен карбид. При сравнително високи концентрации фосфинът е взривоопасен. Концентрации, при които е възможно самовъзпламеняване, са над 26 g/m³. Безопасни за човека са концентрации 1,5, 35 и 70 mg/m³ при работа един път в седмицата, съответно в продължение на 7 h, 1 h и 6 min. При ежедневна работа (5 d в седмицата) в продължение на 8 h безопасната концентрация е 0,42 mg/m³. Допустимата концентрация на PH_3 във въздуха на работната зона е 0,1 mg/m³. Органолептичното възприемане на специфичната миризма на PH_3 започва при по-малки концентрации - около 0,08 mg/m³. Допустимото остатъчно количество на PH_3 в зърното е 0,01 mg/kg.

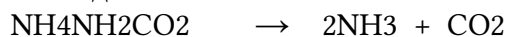
Фосфороводородът предизвиква корозия на медните изделия. Благодарение на ниските относителна молекулна маса и точка на кипене фосфинът прониква бързо през зърнен насип, в опаковки с брашно, разпространява се бързо в обеззаразяваните помещения.

При хидролизата на металните фосфида се получава и метален хидроокис [$Al(OH)_3$, $Mg(OH)_2$] който представлява светлосив

прах.

Продължителността на хидролизата, респективно времето за отделяне на PH_3 е в зависимост от вида на препарата, температурата и влажността на средата. Около два пъти е по-кратък периодът за хидролиза на магтоксина в сравнение с фостоксина. Различна е продължителността на хидролизата на таблетките и гранулите. Гранулите се хидролизират за около два пъти по-кратък период, тъй като имат приблизително три пъти по-малка външна повърхност. При температура 20 oC и относителна влажност на въздуха 75 % продължителността на хидролиза е 27 h за гранулите и 65 h - за таблетките. С повишаване на температурата и влажността на средата се съкращава периодът на хидролиза на препарата. През периода на хидролизата скоростта на отделянето на PH_3 не е постоянна. До около средата на периода се отделят около 75 - 80 % от потенциалното количество PH_3 . Останалото количество от токсичния газ се отделя през втората половина от периода.

Процесът хидролиза на металните фосфида е екзотермичен. Отделената топлина допринася за самозапалване на PH_3 . Това нежелателно последствие се избягва чрез включване в състава на фостоксина и магтоксина на амониев карбамат, който поглъща топлината и се разлага до NH_3 и CO_2 .



Отделящият се при тази реакция NH_3 спомага за органолептично възприемане на паралелно отделящия се PH_3 .

Повърхността на таблетките и гранулите на препаратите е покрита с фармацевтично чист парафин, който забавя с 1 - 2 h отделянето на токсичния газ. Това забавяне повишава безопасността на труда при работа с тези препарати.

Таблетките делиция - газтоксин съдържат специален стабилизатор, предотвратяващ бързото хидролизиране на AlP .

Гранулите имат форма на цилиндър с изпъкнали дъна. Диаметърът им е 9 mm, дебелината 7 mm, а масата 0,6 g. При хидролизата от всяка гранула се отделя по 0,2 g PH_3 . Гранулите са разфасовани по 1660 бр.

или 1 kg в херметично затварящи се алуминиеви бутилки, поставени по 21 бр. в дървени сандъци.

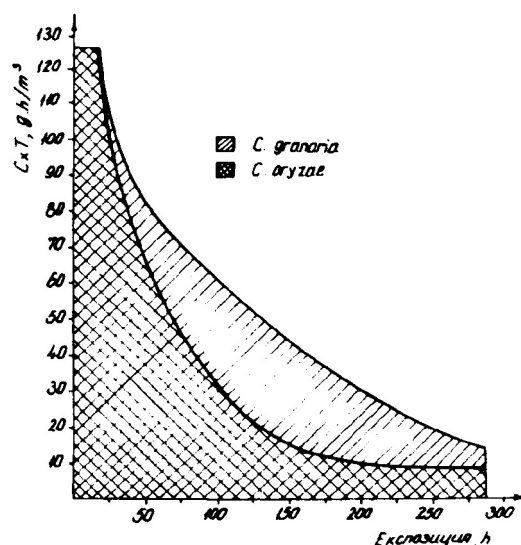
Таблетките имат цилиндрична форма с диаметър 19 mm, височина 6 mm и маса 3 g. При хидролиза от всяка таблетка се отделя по 1 g РНЗ. Разфасовани са по 20 бр. (60 g) в алуминиеви тубички с пластмасови запушалки. Тубичките са поставени в алуминиеви кутии по 16 бр. (0,96 kg), поместени по 40 бр. (38,4 kg) в дървени сандъци.

Прахообразният препарат делиция - газтоксин е разфасован по 33 g в пакетчета от газопроницаема хартия, свързани чрез 50 - 60 cm конец с етикет и халка. Пакетите се съхраняват в херметично затварящи се алуминиеви кутии комплектувани с пликотве от порьозна хартия. От 1 пакет се отделят 10 g РНЗ. Понякога пликчетата с прахообразният препарат са свързани помежду си по 100 бр. (2 реда по 50) в ленти. Лентите са навити на руло и са затворени в метални кутии (ф 20 cm; височина 25 cm).

Магтоксинът, освен във вид на таблетки и гранули, се произвежда и във вид на плочи. Плочите са с маса 206 g и размери 280 x 170 x 5 mm, обвити с газопроницаема хартия, и са опаковани в газонепроницаеми пакети от алуминиево фолио. Пакетите по 32 бр. са поставени в херметично затварящи се алуминиеви кутии. От една плоча се отделя приблизително 33 g РНЗ. Друга разновидност на опаковката на плочите е лента от газопроницаема хартия, съдържаща 16 плочи, която се нагъва зигзагообразно. Размерите на една лента в разгънат вид е 4480 x 170 x 5 mm, а масата - 3200 g. От една лента се отделят 528 g РНЗ. Лентите са поставени по две в херметично затварящите се алуминиеви кутии.

С най-голяма устойчивост спрямо фосфороводорода се отличава житната гърица. За този вредител при препоръчаните експозиции (72 h) е характерна голяма разлика в устойчивостта на различните стадий. Например при експозиция 72 h разликата в леталните стойности на $C \times T$ за възрастния стадий и какавидата е над 70 пъти. Най-ефективна е фумигацията при продължителна експозиция (над 10 d) и ниска концентрация, при които $C \times T$ има сравнително по-ниска стойност (над 10 пъти). Продължителната експозиция е

необходима за преминаване на устойчивите стадии (яйце и какавида) в чувствителни (ларва и имаго), спрямо които са токсични сравнително ниски концентрации. Зависимостта между експозицията и леталните стойности на $C \times T$ за унищожаване на всички стадии от развитието на житната и оризовата гърица е показана на фиг. 28. Кривите могат да се използват за преценка на хода на обеззаразяването чрез съпоставянето им с кривите за изменение на стойностите на показателя $C \times T$ през експозицията.



Фиг. 28. Зависимост между експозицията на фумигация с РНЗ и показателя $C \times T$

6. Фумигация с фосфороводородни препарати

Фосфороводородните препарати се използват предимно за обеззаразяване на съхранявани зърнени суровини и зърнопродукти при температура над 12 °C. Тези препарати са много удобни за обеззаразяване на малки партии продукти в насипно или пакетирано състояние под полиетиленово фолио. С препаратите могат да се обеззаразяват и празни складови и производствени помещения.

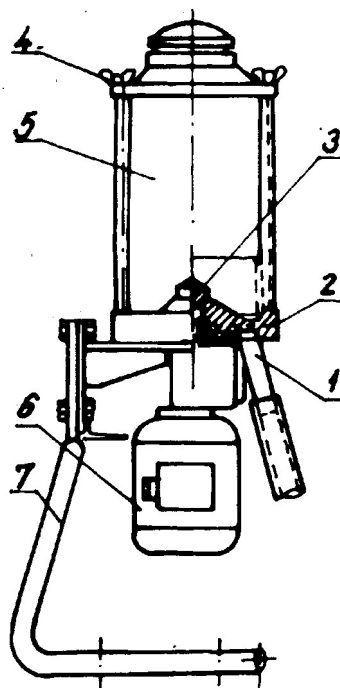
При обеззаразяването на зърнени суровини препаратите се поставят в зърнения насип или се смесват със зърнената маса, където протича хидролизата им под действие на влагата в зърното и в междוזърнения въздух. Оставащият след хидролизата прахообразен вторичен продукт ($Al(OH)_3$), впоследствие се отстранява от зърнената маса чрез сепариране. За обеззаразяване на

зърнени суровини, съхранявани в плоски складове, се прилагат обикновено препарати под формата на таблетки и прах в пакети. Поставянето на таблетките в зърнения насип, който трябва да бъде подравнен предварително, се извършва чрез ръчна сонда. Сондата представлява метална тръба с ϕ 21 mm, единия край на която е скосен и има клапа. Клапата не допуска попадането на зърно в сондата при забиването ѝ в насипа. Чрез сондата таблетките се поставят през 15 - 20 cm по височина на насипа. За целта първоначално сондата се забива максимално в насипа, след което при последователно изваждане таблетките се пускат в нея по една ръчно или чрез специален дозатор-бройч. Сондата се забива през 50 cm по повърхността на насипа. Дозата е 10 - 15 таблетки на 1 t зърнена маса, а експозицията 3-5 d.

При обеззаразяване с пакети (делиция), те се поставят в насипа на дълбочина 30 cm от повърхността. За маркиране на местоположението на пакетите на повърхността на насипа се поставя маркировъчният етикет или халките се закачват на предварително опънат тел. Дозата е 1 - 2 пакетчета на 1 t зърнена маса. След експозицията (5 - 7 d) пакетите се изваждат от зърнената маса и унищожават. По този начин се избягва замърсяването на зърнената маса с прахообразния остатък от препарата. Зърнени суровини или зърнопродукти, съхранявани в складове или навеси при височина до 4 m могат да се обеззаразяват с ленти от пликчета с прахообразен препарат. За целта рулата се развиват върху повърхността на насипа или опаковките. След това цялата повърхност плътно се покрива с полиетиленово фолио.

В двата случая (при обеззаразяване с таблетки и пакети) е необходимо да се създаде такава организация, че поставянето на препарата да приключи за 1 h, т.е. до началото на отделянето на токсичния газ. За спазването на този срок всеки 100 t зърнена маса трябва да се обработва от двама работници.

Зърнени суровини в силосни клетки се обеззаразяват предимно с гранулиран препарат с помощта на специален автоматичен дозатор (фиг. 29).



Фиг. 29. Схема на автоматичен дозатор за гранули: 1 – тръба с пластмасов шланг; 2 – опорна плоча; 3 – сменяем диск; 4 – капак; 5 – цилиндър; 6 – ел. двигател с редуктор; 7 – статив

В този случай препаратът се смесва със зърнената маса при прехвърлянето ѝ от една силосна клетка в друга. Обикновено дозаторът се монтира до люка на силосната клетка, през който се вкарва в клетката пластмасовата тръба от щуцера. Дозаторът е комплектуван с няколко диска, с различен брой отвори по периферията за дозиране на препарата, в зависимост от производителността на транспортните съоръжения. Необходимият брой отвори, който дискът трябва да има, се изчислява предварително по формула.

В случай, че дискът има повече от изчисления брой отвори, излишните се затварят чрез специални коркови тапи.

Експозицията според фирмата-производител и действащата в страната инструкция е необходимо да бъде 3 - 5 d, докато според наши и някои чужди изследвания - не по-малко от 7 - 10 d. Дегазирането продължава 3 - 5 d.

В нашата страна е създаден метод за обеззаразяване на зърнени суровини в зърнохранилища, оборудвани с вентилационни уредби, при които препаратът не се поставя в зърнената маса, а във вентила-

ционните канали (автори - Д. Кузманов и Н. Гинов). Отделящият се при хидролизата фосфороводород се нагнетява периодично през експозицията в зърнения насип чрез вентилатори. Периодичността е в зависимост от скоростта на хидролиза на препаратите. Методът се реализира чрез създаденото за целта оборудване - устройство за внасяне на препаратите в каналите и програмно устройство за автоматично управление работата на вентилаторите. Чрез този метод се избягва замърсяването на зърнената маса с вторичните продукти от хидролизата на препарата, трудоемкото внасяне на препарата в зърнената маса при плоските складове и съкращаване времето на внасянето му в силосните клетки.

Малки партии зърнени суровини и зърнени продукти с височина на слоя до 2 m се обеззаразяват като предварително се покриват с полиетиленово фолио. Когато суровините са в насипно състояние, таблетките или гранулите се поставят в повърхностния слой (5 -10 cm). При пакетирани продукти 2/3 от препарата се разпределя на повърхността на опаковките, а останалото количество - на пода. Дозата е 3 - 4 таблетки на 1 m³.

Обеззаразените зърнени партии се използват по предназначение след основно отстраняване на остатъците от препаратите и след определен карантинен период. Когато остатъците се намират в зърнената маса срокът е 30 d за потребителски партии и 60 d - за фуражни. При обеззаразяване с пакети, плочи или по новия метод карантинният срок е 7 d, тъй като препаратите не контактуват пряко със зърната.

Поради продължителната експозиция фосфороводородните препарати рядко се прилагат за обеззаразяване на празни производствени и складови помещения. Специално за такива обекти е създаден препаратът под формата на пресувани плочи (магтоксин). Чрез използването му се улеснява и съкращава времето за поставяне на препарата в помещенията и събирането на остатъчните вторични продукти.