



## НАНОПЕСТИЦИДИ В ЗЕМЕДЕЛИЕТО: ПОЛЗИТЕ И ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВАТА ПРЕД ЗЕМЕДЕЛСКАТА ПРОИЗВОДИТЕЛНОСТ, ТОКСИКОЛОГИЧНИТЕ РИСКОВЕ ЗА ЧОВЕШКОТО ЗДРАВЕ И ОКОЛНАТА СРЕДА

Поради нарастването на световното население е необходимо наличие на качествена храна, която да задоволява нуждите на хората от всички континенти. Във връзка с нарастването на производството на земеделски продукти, започна засилено използване на торове, инсектициди, хербициди и други агрохимикали, за подобряване на производителността в земеделието.

В своето проучване, авторите *Marco Chaud* и др. посочват, че земеделските стопани, производителите на храни, финансовите институции и правителствата трябва да се ангажират да балансират ползите и рисковете от безразборното използване на агрохимически технологии – за околната среда, екосистемите, потребителите и целия производствен сектор, участващ пряко или непряко в селскостопанската верига. Агрохимичните технологии обикновено са насочени към защита на площите с култури от вредители (патогени, вредни насекоми, паразитни плевели), които застрашават производството и продуктивността, включително състоянието на почвата и жизнеността на насажденията. Въпреки това, безразборната употреба на пестициди, прилагани срещу опасни вредители и насекоми, също оказва неблагоприятно въздействие върху производството, като предизвиква резистентност към патогени и насекоми, повишава търсенето на нови агрохимикали и увеличава екологичния дисбаланс, се казва в проучването. Авторите твърдят, че неразумното и несистемно използване на агрохимикали засилва устойчивостта на патогените, намалява азотното свързване и биоразнообразието и увеличава биоаккумуляцията на пестициди в земеделските и животинските продукти, както и във водните организми, което представлява сериозна и прогресивна заплаха както за екосистемата, така и за хората, и е пречка за развитието на устойчиво земеделие.

Нанопестицидите са наноструктури с две до три измерения между 1 и 200 nm, използвани за пренасяне на агрохимични съставки (AcI). Поради уникалните си свойства зареждането на AcI в наночастици предлага предимства в сравнение със свободните пестициди, се казва в публикацията. Въпреки това, с бързото разработване на нови конструирани наночастици за контрол на вредители, се създава нов вид екологичен отпадък. В този преглед авторите са разгледали основните форми на представяне и състав на иновативните нанопестициди, както и плюсовете и минусите на наноматериалите в борбата със земеделските вредители, рисковете за околната среда и ефектите върху здравето на хората и животните. В публикацията обстойно се обсъжда

потенциалното подобряващо въздействие на наночастиците върху селскостопанската производителност и предизвикателствата пред екосистемите. Също така авторите разглеждат и някои въпроси и проблеми при разработването, формулирането и токсичността на пестицидните продукти, с оглед екологосъобразно и устойчиво земеделие.

### **Нанотехнологии**

Използването на базирани на нанотехнологии практики, предоставя значителни възможности за обновяване на земеделието, което се дължи на контролиран начин на освобождаване на торове и агрохимикали, необходими за повишаване на производителността на културите, се казва в проучването. Такива системи играят решаваща роля в селското стопанство, като подобряват ефективността на торовете и агрохимикалите.

Въпреки че бъдещето на нанопестицидите в развитието на селското стопанство изглежда обещаващо, излагането на хората на опасни агрохимикали, които могат да преминат биологичните бариери (напр. кръвно-мозъчната бариера, кръвно-плацентарната бариера и кръвно-ретиналната бариера), представлява сериозна загриженост, тъй като може да причини необратимо увреждане на жизненоважни органи, считат авторите. Рисковете, породени от експозицията на опасни нанопестициди, които са в състояние да предизвикат токсични и генотоксични явления, понастоящем са обект на голямо внимание, като се изследва ефектът не само върху химичния състав на основния материал, но и върху физикохимичните свойства на нанопестицидите, като размер, електрически заряд и повърхностни свойства, се твърди в проучването.

Авторите информират, че иновативните нанопестициди са наноматериали, разработени с цел растителна защита, свеждане до минимум на загубите при прилагане, увеличаване на покритието върху листата, подобряване на стабилността и намаляване на количествата на съставките на препарата. Формулациите на нанопестицидите могат да бъдат разделени на самоорганизиращи системи като липозоми, дендримери, метални и биметални наночастици и активни капсулиращи съставки като наноемулсия, полимерни наночастици, липидни наночастици и нанотръбички, се изяснява в проучването.

### **Нанопестициди**

Иновативните нанотехнологии имат за цел да намалят безразборната и неправомерна употреба на конвенционални пестициди и да гарантират безопасното им прилагане. Присадените целеви формулировки на наночастици за стимулиране на околната среда в момента, са най-големият технологичен напредък за безопасното използване на пестициди и нови начини за осигуряване на иновативен материал за нанопестициди, считат авторите.

В проучването се посочва, че нанопестицидите означават пестициди, формулирани в наноматериали, за да намерят приложение в областта на земеделието. Смята се, че наноразмерните частици, съчетани с тяхната форма и специални свойства, могат да изследват активността на пестицидите в иновативни формулировки с наносителни, базирани на няколко материала като силициев диоксид, липиди, полимери, съполимери, керамика, метал, въглерод и др., изясняват авторите. Формулите на нанопестицидите могат да увеличат разтворимостта във вода, бионаличността и да предпазят агрохимикалите от разрушаване от околната среда, като по този начин подобряват контрола върху патогените, плевелите и насекомите в земеделските култури, се казва в публикацията.

Безразборната и нерационална употреба на пестициди влияе върху баланса на екосистемата и излага на риск здравето на всички. Краткосрочните (остри) и дългосрочните (хронични) неблагоприятни последици от професионално или случайно поглъщане на остатъци от пестициди от храни, вода и напитки имат фатални последици или се изразяват в живот с увреждания в продължение на години, смятат авторите. Децата са по-уязвими от излагането на пестициди и са подложени на трайни увреждания на тъканите и органите. Сред тях, централната и периферната невротоксичност и ефектът върху загубата на способността на кръвта да се съсирва са значими, се твърди в проучването. Всъщност, подробната оценка на плюсовете и минусите, които влияят върху активността и токсичността на нанопестицидите, е от решаващо значение за безопасното и устойчиво развитие на вече одобрената употреба на наночастици в земеделието, според авторите.

Ефектът на формулациите върху поведението на нанопестицидите в околната среда, екосистемите, селскостопанските работници, потребителите и всички производствени сектори, участващи в селскостопанската верига, не е напълно известен, се казва в публикацията. Известна е обаче решаващата роля на наноформулациите за намаляване на разграждането на активните вещества, подобряване на равновесието на разтворимост във вода и увеличаване на биологичната наличност на активните съставки. По-конкретно, голямо е тяхното значение за предотвратяване на ендемично нашествие от вредители, увреждане на растенията и причиняване на икономически загуби, поради намаляване на качеството и количеството на земеделските продукти и храни, считат авторите.

От друга страна, нанопестицидите от оттичането на селскостопански и промишлени отпадъчни води по време на валежи чрез проникване през почвата, достигат до канализацията, като засягат качеството на водите, увеличават продължителността на експозиция на хората и пораждат опасения за екосистемата, се отбелязва в публикацията. Забелязано е, че наночастиците могат да предизвикат

токсикологични ефекти поради техните биомиметични<sup>1</sup> свойства и високата си способност за разпространение и биоакмулиране в почвата, водната среда, храните и следователно във всички животни, особено в бозайниците. Авторите посочват, че при хората, редица странични ефекти, свързани с индивидуалната чувствителност и времето на експозиция на наночастици, водят до остри и хронични патологични прояви, които включват ефект върху редица системи, като респираторна, сърдечносъдова, лимфна, автоимунна, неврологична и различни видове рак, които могат да се проявят веднага след експозицията или много години по-късно, в резултат на биоакмулацията и уникалните свойства на наночастиците.

### **Наночасители и токсичност на пестицидите**

Въпреки напредъка на нанотехнологиите в науката за растенията, разбирането на взаимодействията между наноматериали-растения-околна среда, включително бионаличност, биоакмулация, дрифт, токсичност и безопасност на агроecosystemите, все още е недостатъчно, за да се оценят плюсовете и минусите на АсI нанотехнологиите в културите, се казва в публикацията. Понастоящем нанопестицидите участват в преформулирането на регистрирани агрохимични вещества, като целта е да се подобри ефективността им, в сравнение със съществуващите нетехнологични вещества и да се компенсират недостатъците на настоящите агрохимични продукти. Авторите подчертават, че нанопреносителите са сред най-целевите стратегии за преодоляване на значителните предизвикателства пред съвременното земеделие, особено тези, свързани с увеличаването на производството, в сравнение с въздействието върху околната среда и намалените дози на прилагане на пестициди. Според по-ранни проучвания, половината от прилаганите пестициди проникват в различни микросреда в близост до културите, чрез което замърсяват подпочвените води, реките и езерата чрез отмиване или въздушен поток. Целевото и контролирано освобождаване на нанопестициди е желателно за постигане на ефективна активност срещу вредителите и намаляване на замърсяването на околната среда, намаляване на ефекта на биоакмулация и застрашаване на екосистемите и човешкото здраве, се казва в публикацията. През последните няколко години нанотехнологиите, занимаващи се с токсични ефекти и рискове, свързани с наночастици, се появиха вследствие разбирането на токсичността и генотоксичността на наночастиците при хората. Прегледът посочва, че токсикологичният риск от постигането на всички цели вероятно се увеличава, когато агрохимичните съставки и нанотехнологиите са свързани. Материалите, използвани при синтеза на наночастици, могат да предизвикат токсичен ефект върху растения, хора и други гръбначни животни, посочват авторите. Поради биомиметичните си свойства с клетъчна стена, формулациите им на основата на липиди, като липозоми, течни кристали, мицели,

<sup>1</sup> Биомиметиката (от bios – живот, и mimesis – имитирам), или още биомимикрията, е наука, която се занимава с адаптирането на съществуващи в природата форми в съвременни технологии за нуждите на човешкото общество. Биомиметиката е тясно свързана с биониката.

обикновено се състоят от естествени фосфолипиди и холестерол, които се използват за доставяне на AsI с лоша разтворимост във вода, и това налага използването на повърхностноактивни вещества, които могат да допринесат за токсичността на пестицидите, се подчертава в публикацията.

Характеризирането на биологичната безопасност на нанопестицидите е трудна задача, поради сложността на наноструктурите, реактивността, размера, формата и електрическия заряд, което затруднява оценяването, универсализирането и прогнозирането на основните аспекти на цитотоксичността и генотоксичността, считат авторите.

### **Заклучения**

Агрохимическите компании са фокусирани върху постигането на реколта, независимо от най-безопасните условия и конвенционалната борба с вредителите, се казва в публикацията. Въпреки това е необходимо да се признаят големите усилия в областта на научните изследвания и финансовата подкрепа за намиране на най-добрия начин за задоволяване на търсенето на производителност в земеделието и за запазване на човешкото здраве и екосистемите. Положителните ефекти на нанотехнологиите при земеделските култури са добре познати, докато потенциалните токсикологични ефекти и въздействието на нанопестицидите върху околната среда и безопасността на храните са обект на малко внимание, считат авторите. Краткосрочните и дългосрочните неблагоприятни последици от агрохимикалите, вследствие на професионално или случайно поглъщане на остатъци от пестициди от храни, вода и въздух са фатални или причиняват трайно увреждане на тъкани и органи. Ето защо, въпреки положените усилия, глобалните токсични ефекти на нанопестицидите и механизмът на токсичност са слабо проучени, се казва в публикацията. При оценката на "за" и "против" е необходимо да се има предвид, че токсичността на нанопестицидите може да се различава в зависимост от специфичните свойства на наноносителите и агрохимикалите. Поради това фокусът трябва да бъде поставен върху системите от наночастици и тяхното взаимодействие с растенията и околната среда, считат авторите.

Функционализираните наночастици се използват често във фармацевтичната наука за преодоляване на ограничения, като лоша разтворимост във вода, химическо, физическо и биологично разграждане, ниска степен на проникване и бионаличност, липса на биоадхезия, незабавно освобождаване, бързо биоразпределение и странични ефекти. Иновативните формулировки на нанопестициди предлагат много предимства и нови функции в сравнение с по-старите пестицидни формулировки; следователно те проявяват и различни свойства в околната среда, се казва в публикацията.

Авторите считат, че в съвремеността се наблюдава загриженост относно развитието на патогени, резистентни към фунгициди и други антимикробни средства, и са налични практически решения за справяне с този проблем, като се използват пестициди, базирани на наночастици, с повече от един антимикробен механизъм на

действие. Съществува и въпросът относно разпространението и поведението на нанопестицидите в околната среда и излагането на опрашители на експозиция от тях. Влиянието на пестицидите върху намаляващите популации на насекоми и водни безгръбначни животни, представлява нарастваща глобална загриженост, се казва в публикацията. Опрашващите насекоми са отговорни за три четвърти от опрашването на културите, поради което имат съществена роля в земеделската екосистема, особено за прехраната на човечеството.

Експерименталните изследвания за решаване на проблемите в земеделието са насочени към разработване на пестициди, като се използват разнообразни материали и техники за приготвяне на нанопестициди с модифицирани системи за освобождаване, които са в състояние да променят земеделското производство, като същевременно гарантират опазването на екосистемите и безопасността на храните, считат авторите.

Този тип стратегия е пряко свързан с факторите на околната среда, като светлина, влажност, рН и температура, може да контролира времето за освобождаване на пестицидите, да подобри ефективността им, да сведе до минимум краткосрочните въздействия, да осигури контрол на вредителите, да намали отмиването, загубите от дрифта и да намали вредите от въздействието върху околната среда, се заключава в публикацията.

Ето защо за осъществяване на иновациите в отглеждане на култури е необходим подход, който съчетава химичен и нехимичен контрол на вредителите, разработване на иновативни наночастици, авторегулирани системи, ефективно прилагане, с което да се осигури безопасност на храните и малки последици за околната среда, завършват авторите.

#### **Източник:**

Nanopesticides in Agriculture: Benefits and Challenge in Agricultural Productivity, Toxicological Risks to Human Health and Environment

Marco Chaud, Eliana B. Souto, Aleksandra Zielinska, Patricia Severino, Fernando Batain , Jose Oliveira-Junior and Thais Alves

<https://www.mdpi.com/2305-6304/9/6/131/htm>

*Други информации в областта на пестицидите и тяхното влияние могат да бъдат намерени на интернет страницата на ЦОРХВ: <http://corhv.government.bg/>*

#### **Изготвил:**

Д-р Ирена Богоева

нач. отдел ЗРХЗХ, дирекция ОРХВ

**14.12.2021 год.**

гр. София, 1618, бул. "Цар Борис III" № 136  
<http://corhv.government.bg>, [corhv@mzh.government.bg](mailto:corhv@mzh.government.bg)  
тел. 02/4273056

Ф-НК-7.6-5/0

