

# ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТВАНЕТО НА БИОТОРОВЕ

## Съдържание

ВЪВЕДЕНИЕ.....	1
ТЕНДЕНЦИИ .....	2
Развитие на нови екологични технологии за производство на биоторове .....	2
Подходящо третиране на почвата .....	2
ПРОДУКТОВИ МОДИФИКАЦИИ ПРИ ВЪВЕЖДАНЕТО НА ИНОВАТИВНИ ПРОДУКТИ .....	7
РАЗВИТИЕ НА ЗАКОНОДАТЕЛСТВОТО ЗА БИОТОРОВЕТЕ.....	7
Възможни предложения към ЕС относно законодателни решения за биоторовете: .....	9
РАЗВИТИЕ НА ПАЗАРА НА БИОТОРОВЕ .....	9
Маркетингови възможности.....	10
Тенденция за преминаване към употреба на течни биоторове като по-удачни спрямо сухите форми .....	10
Примери за маркетингови стратегии, които могат да работят стабилно при продажбите на биоторовете .....	11
Ценови тенденции и промоции в продажбите на удачните биоторове .....	12
Световен пазар на биоторове .....	13
Публичност и обучение .....	13
БИОТОРОВЕТЕ КАТО КЛЮЧОВ ФАКТОР В УСТОЙЧИВОТО ЗЕМЕДЕЛИЕ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ПЛОДРОДИЕТО НА ПОЧВАТА, УСТОЙЧИВОСТТА НА РАСТЕНИЯТА И ПОВИШАВАНЕ НА ДОБИВИТЕ .....	14
Микробиомът: потенциалната важност на полезните микроорганизми за устойчиво земеделие .....	14
Възможна употреба на почвени микроорганизми в устойчивото земеделие .....	16
Използване на биоторове и хранителен профил на културите.....	17
Биоторовете и устойчивостта на растенията към стрес от околната среда .....	18
Механизъм на действие на различните биоподобрители.....	20
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	22
БИБЛИОГРАФИЯ .....	23

## ВЪВЕДЕНИЕ

Биоторовете имат огромно бъдеще за развитието на пазара, производството, технологиите, практиките и начините на прилагане на селскостопански препарати.

# ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТВАНЕТО НА БИОТОРОВЕ

Биоторовете са алтернатива за редуциране на проблемите, отнасящи се до качеството на почвата и постигане на оптимални добиви от реколтата. Както е подчертано в РО1, биоторовете са комплексни продукти от живи микробни инокуланти, които са способни да фиксират атмосферния азот, разтварят фосфора в почвата, разграждат органичните материали или окисляват сярата в почвата. Биоторовете са мултиплицирани култури от полезни за почвата микроорганизми, които могат да повишат почвеното плодородие и продуктивността на насажденията. Те добавят хранителни съставки чрез естествен процес на азотна фиксация, разтваряне на фосфора и стимулират растежа на растенията чрез синтезиране на стимулиращи развитието субстанции. Те се получават от биологични отпадъци и не съдържат никакви химикали. Основните ресурси за биоторовете са бактериите, гъбите и синьо-зелените водорасли.

## ТЕНДЕНЦИИ

---

### Развитие на нови екологични технологии за производство на биоторове

Новите екологични технологии за производство на биоторове ще компенсират недостатъците на конвенционалните химически торове, които са доминиращи в съвременното земеделие. Прилагането на технологиите показва положително въздействие в две посоки: относно устойчивостта на почвата и относно развитието на културите. Те поддържат и структурно подобряват почвеното плодородие чрез фиксиране на атмосферния азот. Повишават фосфорното съдържание на почвата чрез разтваряне и усвояване на неразтворимите фосфати. Биоторовете участват във възстановяването на изчерпващите се хранителни елементи на почвата.

Стимулиращите развитието субстанции, доставени от биоторовете, подобряват кореновата пролиферация при растенията. Също така предпазват растенията от някои болести с почвен произход.

По-широкото популяризиране и прилагане на биоторовете предполага необходимостта от развитие на нови технологии:

### Подходящо третиране на почвата

За земеделската продукция е доказана ролята на следните растителни хранителни елементи - 16 важни хранителни съставки, нужни в определено количество за достигане на оптимални добиви от реколтата. Много проучвания се основават на важността на Na, P, K в разгръщане на естествените възможности за растеж, за устойчивост на стрес от засушаване или студ, вредители или болести. Важни елементи като Na, P, K, Ca, Mg, S

# ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТВАНЕТО НА БИОТОРОВЕ

са известни като макроелементи, докато Fe, Zn, Cu, Mo, Mn, B, Cl са известни като микроелементи.

За да се осигури количеството елементи, необходими за растежа на растенията, почвата има нужда от подхранване. Важно е да се произведе добър биотор - форма, която да достави хранителни елементи, които да подобрят качествените характеристики на почвата и повишат способността ѝ да осигурява всички необходими условия за развитието на растенията. Доста автори се съсредоточават върху потенциалните възможности на оборския тор за повишаване на азота в почвата. Въпреки това усилията да се открият и други ресурси, заместващи оборския тор, изискват повече проучвания. Гранитният прах също е изследван като тор, който спомага бавното отделяне на калий.

Като резултат прибавянето на азот повишава остатъчното съотношение на C:N и е способно да провокира микробната активност.

Броят на микроорганизмите и нивото на микро и макроелементите в почвата очевидно оказват ефект върху растежа и развитието на растенията. Едно от предимствата на торовете е, че те участват в процеса на достигане на необходимата популация от микроорганизми. Наличността на готово първоначално количество от подходящите микроорганизми в готовия биотор е много важно. Един от начините за повишаване броя на селектираните микроорганизми е чрез прилагане на концепцията за Ефективни микроорганизми(ЕМ), въведена от Хига и Видидана.

Опитите на полето са нужни, за да определят хранителната наличност в почвата и ефективността от повечето органични торове. Този експеримент е важен, защото хранителното съдържание на различните органични торове варира в широки граници. Качеството пряко се управлява чрез наситеността на селектираните микроорганизми, които са в активна форма в един грам и тяхната способност да провокират растеж у културите и почвеното плодородие.

## Вода в маслена емулсия.

Този метод е доказано добър. Чрез него се осъществява съхранение и доставка на микроорганизми чрез течни форми. Маслото покрива организма и веднъж приложено, изолира водата и понижава водната пропускливост. Това определено е полезно за организмите, които са чувствителни към изсушаване или в случаи на приложение при градинарски култури, където разпръсквателната система е на място.

Вода в маслена емулсия позволява прибавяне на субстанции към маслото и/или във водна фаза, което подобрява едновременно жизнеността на клетките и освобождава енергия.

## ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТВАНЕТО НА БИОТОРОВЕ

Утаяването на клетките по време на съхранението е основен проблем, който трябва да се има предвид винаги. Проучванията са насочени към решаване на този проблем с помощта на наноматериалите.

Сгъстяването в маслената фаза при употреба на хидрофобен силиций (наноформа) значително намалява утаяването на клетките и подобрява клетъчната жизненост по време на съхранение.

# ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТВАНЕТО НА БИОТОРОВЕ

## Приготвяне на бактериален инокулум

Приготвянето на бактериалния инокулум е подкрепено от включването на нов процес, основаващ се на прилагане на суперкритичен флуид, чиито качества са тествани, а именно- декапсулират вирусните формации. Процесът е наречен Частици от разтвори наситени с газ (Particles from Gas Saturated Solutions - PGSS), протича при ниска температура и използва въглеродния двуокис като суперкритичен флуид. Следователно би трябва да няма негативни ефекти върху жизнеността на микроорганизмите, а разходите за производството му са сравнително ниски. Крайният продукт от процеса са почти сферични гранули, които образуват свободно леещ се прах, който може да се разтваря във вода. Възможностите на PGSS процеса са вече установени и изпробвани за няколко вида твърди и течни форми на биоторове.

## Разработване на естествено произведен бактериален биофилм

Друга интересна технология е разработката на естествено произведен бактериален биофилм като възможен носител, не само при производство на инокуланти, но и като бактериален или гъбно - бактериален консорциум.

Производството на биофилми вече се осъществява в различни индустриални технологии (третиране на отпадни води, индустриални води, производство на химически компоненти и др.). Имат се предвид два типа биофилм: биофилм, който се развива върху инертни материали (дървени въглища, растителна смола, бетон, глинест брикет, пясъчни частици) и биофилм, образуван в резултат на агрегатна формация. В първия случай биофилмът се развива около частиците и размерът на биофилмираните частици нараства с времето до няколко мм в диаметър. Биофилмът, образуван чрез агрегация, е известен като гранулен биофилм. Гранулната формация протича във времето от няколко седмици до няколко месеца.

Наблюдават се 4 фази при развитието на напълно узрял биофилм: първоначално прикрепване; необратимо присъединяване чрез производство на екзополisahариди; ранно развитие и структурно узряване на биофилма.

В целия процес критичната точка е производство на екзополisahариди (ЕПЗ), която предразполага свързването с клетъчната повърхност и я защитава от околната среда. ЕПЗ може да са комплекс от полисахариди, протеини, нуклеинови киселини или фосфолипиди. Популярен е екзополisahаридния алгинат, произведен от бактериални клетки в биофилма. Полезните биофилми, създадени в ин витро културите съдържат едновременно гъбни и бактериални вериги и се прилагат като биоторове при небобови култури, добавки, които действат доста ефективно. Прилагането на инокуланти биофилми, съдържащи консорциум гъби-ризобии, в сравнение с традиционната ризобиални инокуланти, увеличават значително азотната фиксация при соята.

# ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТВАНЕТО НА БИОТОРОВЕ

При житните разсади, които са инокулирани с бактериални биофилми, се увеличават добивите от реколтата при умерено - солени почви. Освен това биофилмите помагат на микроорганизмите да се съхранят като инокуланти дори при стресови условия. Това е ключовият аспект относно ефективността на микроорганизмите стимулиращи растежа на растенията (МСРР) при селскостопански условия. Инокулумът с биофилм прави ризобиалните клетки устойчиви на висока соленост - 400 мл NaCl към 10<sup>5</sup> в сравнение с ризобиални монокултури.

Технологиите, използвани за производство на живи хибридни материали

Технологиите, използвани за производство на живи хибридни материали, могат да са водещи в разработването на носители за МСРР.

Силицият се проявява като обещаващ приемник за вместващи се в мембраната микроорганизми: задържащите ефекти са основани на задържане на бактериалните популации, които са дисперсирани в силикагел. Бактериите също може да задържат вода в алгинатни микромехурчета, обгърнати от силициева мембрана или в микрокухуни, създадени вътре в силициевата матрицата.

Материали, като горе изброените, подобряват механичните качества на алгинатните мехурчета, ограничават изтичането на клетките и удължават жизнеспособността им.

Развитие на био нанотехнологиите

Прилагането на био-нанотехнологиите може да осигури нови възможности за развитието на микробните инокуланти, основани на носители. Нанотехнологиите ползват нанотръби, които са направени от неорганични или органични материали, които се дефинират като имащи едно или повече измерения в рамките на 100 нм или по-малки. Интегрирането на всички клетки с наноструктури, формира хибридни системи, които имат редица приложения в полета, включително и земеделски. В действителност дори твърдите наноструктурни форми са по-малки от клетките. Вече се произвеждат микроскопични филтри, изградени от радиално подредени въглеродни наноцилиндрични стени, които могат да абсорбират *Escherichia coli*.

Същата технология може да се приложи, за да се обединят бактериалните клетки, получени вследствие на ферментационния процес и да се доставят до растението. Физическата стабилност и голямата повърхност на нанотръбичките, както и лесното и рентабилно производство на наноклетъчни мембрани, може да разшири тяхната употреба при производство на биоторове.

Прилагането на наноконструктите може да увеличи стабилитета на биоторовете и биостимулаторите по отношение на изсушаването, топлината и UV дезактивацията.

# ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТВАНЕТО НА БИОТОРОВЕ

Правени са опити с прибавянето на хидрофобни силициеви наночастици с размери 7 – 14 нм към водно-маслена емулсия на биопестицидни гъби (*Lagenidium giganteum*) с предварително изсушаване на мицела. Физиологичните показатели на емулсията се подобряват и микроорганизмите са ефективни и след 12 седмици при съхранение на стайна температура.

## ПРОДУКТОВИ МОДИФИКАЦИИ ПРИ ВЪВЕЖДАНЕТО НА ИНОВАТИВНИ ПРОДУКТИ

Главната цел на съвременния маркетинг е регулярно да е в унисон с изискванията на потребителите и своевременно да се адаптира към изискванията и нуждите на потребителите. Повече от десетилетие откакто биоторовете се прилагат, съществуват постоянни спорове, че има изключителни продукти, които са пазарно ориентирани, но в края на краищата маркетинговите организации не са способни да адаптират бизнеса към нуждите на средата.

Както бе споменато по-горе, биоторовете в твърда, прахообразна форма имат някои недостатъци, които могат да се преодолеят и разширят чрез продуктови модификации от „прахообразна форма” към „течна форма”, които имат огромни предимства.

Иновативните продукти са друга спънка за привличането на фермерите и решаване на проблемите им, особено от калиевите мобилизатори като *Frateuria aurentia*, цинкови и сулфатни разтворители като тиобацитили и разтварящите мангана гъбни култури като *Pencillium citrinum*, които вече са идентифицирани за комерсиални цели, с високо приложение и ефективни за повишаване продуктивността на агрокултурите.

## РАЗВИТИЕ НА ЗАКОНОДАТЕЛСТВОТО ЗА БИОТОРОВЕТЕ

В Европейския Съюз няма специфични регулации относно параметрите на биоторенето. Всяка страна локално регулира този аспект от земеделието.

Полският закон за торенето от юли 2007, например, включва "стимулатори на растежа" като категория в растениевъдството. Това са продукти, които имат положителен ефект върху развитието на растението или върху други "метаболитни"

# ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТВАНЕТО НА БИОТОРОВЕ

процеси при растението и неговото хранене и нямат вредни ефекти за здравето на човека и живота му при прилагането им, както са безвредни и за околната среда. Употребата и съхранението им са регламентирани с определени инструкции.

Това определение може да се приложи и за биоторове, но няма специфични изисквания за следване за такава категория продукти.

Испания, която след Италия, е втория по големина производител на плодове и зеленчуци в Европа, не включва термина „биотор” в своите легализационни документи. Последната легална форма, отнасяща се до торовете (Real Decreto 506/2013) определя редица микроорганизми в органичните подобрения и компост, но не се споменават микроорганизмите с предимствата им за растенията. Торовете са дефинирани като „Продукти, използвани в земеделието или градинарството, които с тяхното хранително съдържание стимулират растежа на растенията, увеличават добивите и подобряват качествата на продукцията или чрез специфичното си въздействие на подобрители, като спомагат за промяната на почвеното плодородие, нейните физиологични, химични и биологични качества”. Това се споменава към изискванията за качества на чл.4.2. от Real Decreto. Торовете, специфичните продукти и подобрители са включени също в дефиницията. Испанската административна система позволява на регионалните и локални администрации да добавят регулаторни изисквания по темата (<http://www.juntadeandalucia.es>).

В Италия само микоризните гъбич са включени в групата на „Продукти с въздействие върху почвата” и в категорията други – „Продукти със специфично въздействие”, определени от Decreto Legislativo от 29.04.2010г.,п.75.

Качествените изисквания, установени от легалните стандарти постановяват, че инокуланти се получават при стерилни условия върху корените на соргото в субстратна форма при естествени почвени условия и наличие на ризосферни бактерии.

Тези условия, особено изискванията за „стерилни условия” са трудно постижими, имайки предвид нуждата от органичен субстрат. Независимо, че за ризосферни бактерии не се изискват стерилни условия на субстрата, то по отношение на микоризните гъби не е така. Етикетът на тези продукти трябва да отразява коя органична структура се използва като носител, името на микоризната гъба, която е включена в препарата, името на ризобиалната бактерия и вида *Trichoderma*, въпреки че последните два вида микроорганизми не са АМГ. Не е разрешена употребата на генетично модифицирани организми при масово производство на тези продукти, както и присъствието на патогени като *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* и други аеробни мезофилни микроорганизми и присъствието на нематодни яйца.



# ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТВАНЕТО НА БИОТОРОВЕ

Възможни предложения към ЕС относно законодателни решения за биоторовете:

Цялата политика на ЕС за развитието на аграрния сектор в следващия програмен период (EU COM 2020) подчертава нуждата от въздействие на земеделските практики върху средата и възможностите за употреба на алтернативи на химическите добавки. Подобряване продуктите на селскостопанския сектор се подкрепя от Европейската 2020 стратегия за интелигентен, устойчив и всеобщ растеж. Трябва да се следва чрез подобряване управлението на почвата и съхраняване на биоразнообразието. Предвижда се ускоряване трансфера на знанията и иновациите и популяризиране ефикасността на суровините. Следователно силно се набляга на широкото прилагане на селскостопански практики, основани на понижаване добавките (e.g. EU Directive 2009/128 ) за устойчива употреба на пестициди и прилагане на органичните земеделски практики.

В духа на тези политики, подкрепата за изследванията, свързани с биотехнологични процеси и продукти са силен фокус на програма Хоризонт 2020 (EUCOM /2011/808 ). В този контекст е много възможно е да се очаква нарастващ интерес сред производителите за получаване на продукти, основани на биологични компоненти и микроорганизми.

## РАЗВИТИЕ НА ПАЗАРА НА БИОТОРОВЕ

---

Има нов и стремително растящ пазар на биоторове. Сред главните насоки в съвременния свят са замърсяването и обедняването на почвата, следствие от агресивната и неправомерна употреба на агрохимикали, както и техния вреден ефект за хората, в частност върху селскостопанските работници и селските общности.

Решаването на проблема е насочено и в двете посоки - относно здравето на човека и вредите за околната среда. Правителствата се обединяват в търсене на екологични алтернативи за преминаване от „рисково понижаване” към „опазващи мерки” и процедури за устойчиво аграрно производство. Употребата на биоторовете и биопестициди предлага по-добри опции за увеличаване „ефективността от употребата на торове” и поддържане на почвеното здраве. Биоторовете се утвърждават като важен компонент с добавъчна роля и с най-голямо потребление торове.

Въпреки, че са икономически ефективни добавки, биоторовете досега не са възприемани изцяло от фермерите. Някои от причините за ограничената употреба на биоторове са изброени по-долу. Въпреки това продуктовата модификация на „течната форма” решава някои ограничения и осигурява възможности за търговците.

# ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТВАНЕТО НА БИОТОРОВЕ

## Маркетингови възможности

- а) Биоторовете са живи микроорганизми, които умират при високи температури;
- б) Сроковете на годност на биоторовете са ограничени в рамките на 6-12 месеца (на твърдите форми);
- в) Биоторовете се прилагат преди засяването и закъснение при внасянето им води до инвентарни грижи поради изтичането годността на продукта;
- г) Някои от биоторовете са със специфична насоченост към определена култура и специфичен район на прилагане и следователно ефикасността намалява в различните региони с различни агроклиматични условия и специфични почвени характеристики.
- д) Почвени характеристики като: висока нитратност, ниско органично съдържание, ниска наличност на фосфати, висока почвена киселинност или алкалност, висока температура както и високо съдържание на микроелементи, спомагат за понижаване активността на инокулантите и предварително ограничават техния ефект и ефективност на въздействие;
- е) Продажбите на биоторове варират в определен район, когато фермерите сменят профила на насажденията в него;
- ж) Като нови продукти, с под нормалния стандарт или подправени материали, произведени от някои фабрики, предварително се ограничава кредитирането за биоторове;
- з) Някои фирми продават органичните торове като биоторове. Някои фирми-производители споменават срок на годност  $\frac{1}{2}$  година, въпреки нормата 3-6 месеца;
- и) Естествено намиращата се микрофлора и фауна в почвата често инхибира растежа на внесените инокуланти поради конкурентната среда;
- й) Осъзнаване и вяра в успеха от фермерите във връзка с преимуществата на биоторовете;
- к) Биоторовете нямат мигновен, моментален ефект при определени култури, поради което фермерите не са удовлетворени от употребата и ползите от биоторовете;

## Тенденция за преминаване към употреба на течни биоторове като по-удачни спрямо сухите форми

- а) По-дълъг период на годност 12-24 месеца;
- б) Нямат остатъчни ефекти;
- в) Не се повлияват от висока температура и са толерантни до 45<sup>0</sup>С без да загубят качествата си;

# ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТВАНЕТО НА БИОТОРОВЕ

- г) Имат по-голям потенциал да се преборят с местните популации;
- д) Големите популации може да поддържат повече от  $10^9$  клетки / мл в продължение от 12-24 месеца;
- е) Лесно се идентифицират поради специфичната миризма;
- ж) Спестяват разходи за материали-носители, пулверизация, неутрализация, стерилизация, опаковане и транспорт;
- з) Контролът за качеството е чрез протоколи и се осъществява бързо и лесно;
- и) По-добре се запазват върху семената и почвата;
- й) Няма нужда да се подготвя и организира производството на биочастици в рамките на годината;
- к) Лесни са за прилагане от фермерите;
- л) Дозировката е 10 пъти по-малка в сравнение с твърдите форми и носители на биоторове;
- м) Висока икономическа възвращаемост;
- н) Големи, по-добри възможности за експорт;
- о) Провокира висока ензимна активност при нулеви остатъчни ефекти;

## Примери за маркетингови стратегии, които могат да работят стабилно при продажбите на биоторовете

### а) Демонстрации на терен

Фермерите правят това, което виждат, тъй като „Виждам и вярвам”, е методика за прилагане са високоефективни начини при рекламиране употребата на биоторове. Производителите могат да обединят усилия при представяне на биоторовете като нов продукт. Много е важно да се покаже въздействието им и плюсовете за фермерите, както и да направят акценти относно ефективността и възвращаемостта на вложените средства. Демонстрациите могат да се провеждат обединявайки се, в различните направления, определяйки подходящия район, като се покаже на фермерите ефекта при различните културни видове и насаждения.

### б) Сегментиране на пазара и продуктово позициониране

Сегментирането е първоначално разделяне на пазара спрямо различните групи купувачи. Пазарът на биоторове може да се сегментира според: вида селскостопанска

# ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТВАНЕТО НА БИОТОРОВЕ

продукция, за която са предназначени : плодове/зеленчуци/маслодайни/бобови/захарна тръстика/житни растения; институционални купувачи - федерации (тръстика, чай, кафе, памук, маслодайни, бобови); научно-изследователски ферми, агро-индустриалци и др. Пазарът може да се сегментира и според размера на покупателната способност (едри/дребни), географска локализация (високо/ниско потребяващ район), успеваемост при прилагане на продукта (като добавъчен или единствен по прилагане).

Веднъж сегментиран, пазарът трябва да се насочи и концентрира към най-печелившия сектор. Позиционирането започва с продукта, не с това какво някой прави за продукта, а по-скоро как някой действа върху съзнанието на бъдещия купувач. Така продуктът е позициониран в съзнанието на купувача, а именно как той възприема продукта. В условията на активно комуникиращо общество, маркетинговите специалисти трябва да създадат отличителна форма на Уникална Стратегия за продажби - „USP” (Unique Selling Proposition), трябва да се идентифицира и пропагандира широко, като например:

- спестява средства като се редуцира дозировката на химически торове;
- подобрява силата на устойчивост срещу болести;
- увеличава захарното съдържание в % при захарна тръстика.

## Ценови тенденции и промоции в продажбите на удачните биоторове

Селскостопанският пазар е „ценово чувствителен”, особено спрямо биоторовете, които са технологично нов продукт за фермерите, и са с доста недостатъци, поради което не се вписват в категорията „нулева гъвкавост при търсенето”. За да се осъществи напредък, пазарът се нуждае от повече натиск. Компаниите определят цената на продукта въз основа на маркетингови обстоятелства. Относно биоторовете, е важно да се акцентира върху кратките срокове за въздействие и рентабилността на вложенията на купувача. Биоторовете провокират търсенето, а това в действителност не се схваща от фермерите като фактори за икономическа възвращаемост, чрез намаляване количеството на потребяваните от тях химически торове.

Докато фермерите не се убедят в корелацията между необходимостта от понижаване на производствените разходи за продукцията и повишаване на плодородието чрез намаляване употребата на химически торове и получаване на подобна по количество реколта, производителите на биоторове не биха могли да прилагат „ценови стратегии”.

# ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТВАНЕТО НА БИОТОРОВЕ

## Световен пазар на биоторове

Световният пазар на биоторове се очаква да достигне 1,88 милиарда \$ до 2020 г. (с годишен растеж от 14% между 2015-2020г.). През 2012г. целият пазар е възлизал на 440 млн.\$.



Нарастващата нужда от органични продукти от зараждащи се стопанства протича едновременно с нарастване на употребената енергия и осъзната необходимост по отношение на здравето, поради което се очаква увеличаване на ръста на пазара на биоторове.

## Публичност и обучение

От гледна точка на продажбите, продуктът трябва да бъде достъпен за всички дистрибутори, а също така да се осигури добре видимо за клиента демонстрация на продукта.

По-широка публичност се осъществява чрез медиите - радиопрограми и образователни филми, в които се изтъкват предимствата и необходимостта от използване на новите продукти. Свободна дистрибуция на биоторове по време на срещи с фермерите трябва да се избягва. Предпочита се насочване към обучителни програми за продажби, тъй като дистрибуторите имат нужда да набележат план, съобразен с конкретните условия на региона. Налага се необходимостта от специален екип, от разширяване обсега на представяне на биоторовете с постоянни визити и развиващи се

# ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТВАНЕТО НА БИОТОРОВЕ

тесни контакти между фермерите и отговарящите за демонстрациите специалисти. Основните изследвания се фокусират върху производството на ефективни и устойчиви биоторове за житни култури, където прилагането на неорганични торове може да се ограничи значително, с цел избягване на последващи проблеми от замърсяването.

Най-важните и специфични изследователски нужди по отношение на биоторовете, според Суана Лаша Агани от Какатийския Университет, могат да бъдат формулирани като:

- Селекция на ефективни и конкурентни мултифункционални биоторове за различните култури/насаждения.
- Качествен контрол върху производството на инокуланти и тяхното прилагане на полето, за да се осигури пълната симбиоза между микроорганизмите и реализиране на ползите от това.
- Изучаване микробната устойчивост на биоторовете в почвената среда, където се подлагат на стресови фактори.
- Агростопанско, почвено и икономическо развитие на биоторовете за различна агро-продуктивна система.
- Трансфер на технологично ноу-хау в производството на биоторове на индустриално равнище и за оптимални параметри на продукта.
- Установяване на легализирани и стриктни норми за качествен контрол на пазара и прилагането на биоторове.

## БИОТОРОВЕТЕ КАТО КЛЮЧОВ ФАКТОР В УСТОЙЧИВОТО ЗЕМЕДЕЛИЕ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ПЛОДОРОДИЕТО НА ПОЧВАТА, УСТОЙЧИВОСТТА НА РАСТЕНИЯТА И ПОВИШАВАНЕ НА ДОБИВИТЕ

### Микробиомът: потенциалната важност на полезните микроорганизми за устойчиво земеделие

Най-близката около корените на растението зона в почвата се нарича ризосфера. Тя може да съдържа до 100 милиарда микробни клетки на всеки грам корен и над 30 хиляди прокариотни видове, които, най-общо казано, подобряват растежа на културите. Колективният геном на микробната общност на ризосферата, развиващи се върху корените на растението, се нарича микробиом. Неговото взаимодействие определя здравето на растението в една естествена агро-екосистема. Този микробиом съдейства

# ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТВАНЕТО НА БИОТОРОВЕ

за разлагането на органичната материя, усвояването на хранителни вещества, абсорбирането на вода и контрол върху плевелите и вредителите. Метагеномното изследване разкрива същността на ризосферата и ендофитната микробиомна активност в *Arabidopsis thaliana*, чрез използване на 454 последователности (Roche) на 16S рРНК генни ампликони. Става ясно, че използването на подходяща микробиомна трансферна терапия в земеделието може да бъде възможен подход при контрола на болестите при растенията.

Микробните общности в ризосферата като алтернатива на химическите торове са се превърнали в обект на огромен интерес в устойчивото земеделие и програмата за биозащита.

През следващите десетилетия вниманието ще бъде фокусирано основно върху безопасни и екологични методи за използване на полезни микроорганизми в устойчивото земеделско производство. Тези микроорганизми най-общо се състоят от различни естествено възникващи организми, чиято инокулация в почвената екосистема повишава почвените физико-химични характеристики, биоразнообразието на почвените микроорганизми, здравето на почвата, растежа на растенията и устойчивостта на добивите. Полезните микробни популации в земеделието включват в себе си МСРР, фиксиращи азота цианобактерии, микориза, полезни бактерии, потискащи заболяемостта на растенията, ендофити, намаляващи стреса, и биоразграждащи микроорганизми. Биоторовете се явяват допълнение към традиционните методи за управление на почвите и добивите, като ротация на културите, обработка на почвата, рециклиране на растителните отпадъци, подобряване на плодородието и биоконтрол на патогените и вредителите. *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Rhizobium*, цианобактерии, микроорганизми, усвояващи фосфор и калий, и микориза, са някои от МСРР, открити в по-големи количества в неразорани или в подложени на минимална обработка почви. Ефикасни видове *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Phosphobacter* и *Rhizobacter* могат да осигурят значителни количества азот на *Helianthus annuus*, водещо до увеличаване на височината на растението, броя листа, диаметъра на стеблото, процента пълноценни семена и тяхното сухо тегло. По подобен начин при ориза, добавянето на *Azotobacter*, *Azospirillum* и *Phizobium* подобрява физиологията и морфологията на корена.

*Azotobacter* играят важна роля в азотния кръговрат в природата, тъй като те притежават разнообразие от метаболитни функции. Освен значението им за азотната фиксация, *Azotobacter* имат способността да произвеждат витамини като тиамин и рибофлавин, както и растителни хормони, като индолоцетна киселина, гиберелини и цитокини. *A. chroococcum* подобрява растежа посредством повишаване на кълняемостта на семената и подобряване на коренната архитектура чрез възпиране на патогенни микроорганизми около кореновите системи на растенията. Този род включва различни видове, а именно, *A. chroococcum*, *A. vinelandii*, *A. beijerinckii*, *A. nigricans*, *A. armeniacus* и *A. paspali*. Използва се като биотор за различни посеви, като пшеница, овес, ечемик,

## ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТВАНЕТО НА БИОТОРОВЕ

сусам, ориз, ленено семе, слънчоглед, рицин, царевица, сорго, памук, юта, захарно цвекло, тютюн, чай, кафе, каучуково дарво и кокосови орехи. *Azospirillum* е друга непаразитираща, подвижна аеробна бактерия, която може да се развива във вода и способства за различни аспекти от развитието и растежа на растението. Тази бактерия оказва благоприятен ефект върху растежа на културните растения както в парникови условия, така и на полето. Различни видове от рода *Azospirillum*, в това число *A. lipoferum*, *A. brasilense*, *A. amazonense*, *A. halopraeferens* и *A. irakense* подобряват производството на различни посеви. Установено е, че инокулация с *Azospirillum* променя морфологията на кореновата система, чрез производство на регулиращи растежа субстанции и сидерофори. Тя също така увеличава броя на страничните корени и стимулира формирането на коренови власинки. По този начин се увеличава площта на корена и се абсорбират достатъчно хранителни вещества. Това подобрява водния статус на растението и подпомага хранителния профил в посока на неговия растеж и развитие. Ко-инокулацията на *Azospirillum brasilense* и *Rhizobium meliloti* има положителен ефект върху добивите от зърно и съдържанието на азот, фосфор и калий на *Triticum aestivum*. *Rhizobium* се използва от доста години като ефективен азотен фиксатор и играе важна роля за увеличаване на добивите, като превръща атмосферния азот в използваеми форми. *Rhizobium* са устойчиви на температурни промени и обикновено навлизат в кореновите власинки, където се размножава и образува грудки. Грудковите бактерии увеличават значително добивите от нахут, леща, грах, люцерна захарно цвекло, детелина, фъстъци и соя. Доказано е, че *Rhizobium*, изолирани от див ориз, снабдяват с азот оризовите растения и способстват за техния растеж и развитие. Един от видовете *Rhizobium*, *Sinorhizobium meliloti* 102, заразява култури, различни от зърнено - бобовите. Например, те способстват за растежа на ориза, като повишават ендогенното ниво на фитохормоните и действието на фотосинтезата за повишена поносимост на растението към стрес. При фъстъците, разновидността IRC-6 на *Rhizobium* способства за увеличаване на броя розови грудки, усилва дейността на нитратните ензими и съдържанието на легхемоглобин, само 50 дни след инокулацията. Ризобиалната симбиоза осигурява защита на културите срещу патогени и вредители, като мексикански бобов бръмбар и оранжерийна белокрылка (*Trialeurodes vaporariorum*).

### Възможна употреба на почвени микроорганизми в устойчивото земеделие

Полезните микроорганизми в почвата спомагат земеделското производство в качеството си на биоподобрители. Те разтварят хранителните вещества, което улеснява тяхното усвояване. Усилват растежа на културите посредством подобряване на кореновата им архитектура. Тяхната дейност осигурява различни ползи за растенията, като увеличен брой коренови власинки и активиране на нитратните ензими. Активни разновидности на *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Phosphobacter* и *Rhizobacter* могат да



# ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТВАНЕТО НА БИОТОРОВЕ

осигурят на растенията значителни количества азот посредством кръговрата на азота. Биоторовете произвеждат фитохормони, които включват индолилоцетна киселина (хетероауксин), гибберелини (GA) и цитокинини (СК). Биоторовете подобряват действието на фотосинтезата за повишена поносимост на растението към стреса и повишават устойчивостта му към патогени, което води към увеличаване на добивите.

## Използване на биоторове и хранителен профил на културите

Полезните микроорганизми усвояват фосфор за собствени нужди, като обогатяват почвата с неговите разтворими форми. Установено е, че *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, *Fusarium*, *Sclerotium*, *Aspergillus* и *Penicillium* участват активно в процеса на солубилизация. NII-0909, фосфатно-разтваряща разновидност на *Micrococcus*, притежава поливалентни свойства, в това число възможност за разтваряне на фосфати и производство на сидерофори. По подобен начин, два вида гъби, *Aspergillus fumigatus* и *A. niger*, изолирани от разлагаща се кора от маниока, чрез твърдо-фазова ферментация превръщат отпадъците от маниока във фосфатни биоторове. *Burkholderia vietnamiensis*, една устойчива на стрес бактерия, произвежда натриев глюгонат и 2-кетоглюконатни киселини, които участват в разтварянето на фосфата. Установено е, че *Enterobacter* и *Burkholderia*, изолирани от ризосферата на слънчоглед, произвеждат сидерофори и индолови съединения, които могат да разтварят фосфат. Калий разтварящи микроорганизми (КРМ), например от родовете *Aspergillus*, *Bacillus* и *Clostridium*, са ефективни в при освобождаването на калия в почвата. Симбиозата между гъби и дървесни корени задоволява нуждите на растението от хранителни вещества, което води до усилване на неговия растеж и защита от патогени и стрес. Това води до усвояването на фосфат от хифите от външната среда и пренасянето му до мицела, а оттам, до клетките на корена. Фиксиращи азота цианобактерии като *Aulosira*, *Tolypothrix*, *Scytonema*, *Nostoc*, *Anabaena* и *Plectonema* се използват като биотор. Те освобождават азот, субстанции, способстващи растежа и витамини. Водораслото *Cylindrospermum musicola* пък стимулира растежа на корените и увеличава добивите на ориз. Генното инженерство е използвано за подобряване на потенциала за фиксация на азота на PCC7120, разновидност на *Anabaena sperica*. Конститутивната експресия на ген *hetR*, намиращ се под контрола на светлинно индуциран промотър, увеличава производството на HetR протеина, което води до засилване на активността на ензима нитрогеназа в подвида PCC7120 на *Anabaena sperica*, в сравнение с дивия щам. Това от своя страна подобрява растежа на арпата, когато се прилага в оризищата.

# ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТВАНЕТО НА БИОТОРОВЕ

## Биоторовете и устойчивостта на растенията към стрес от околната среда

Абиотичният и биотичен стрес са основните фактори, които оказват влияние върху добивите. Инструментите на съвременната наука са широко използвани за ограничаване влиянието на стреса върху растенията. В това отношение, ролята на ризобактериите (PCPP) е придобила изключителна важност. *Rhizobium trifoli*, инокулирана с *Trifolium alexandrinum*, показва увеличена биомаса и увеличен брой грудки в условия на стрес от повишена соленост. Установено е, че *Pseudomonas aeruginosa* издържа на биотичен и абиотичен стрес. Paul и Nair открили, че *P. fluorescens* MSP-393 произвежда осмолити и протеини, които превъзможват негативния ефект на солта. *P. putida* Rs-198 усилва темпа на растеж и различните параметри на растежа, като височина на растението, суровото и сухото тегло на памука в условия на алкална и високо солена среда, посредством увеличаване на приема на калий, магнезий и калций и намаляване поглъщането на натрий. Някои разновидности на *Pseudomonas* повишават издръжливостта на растенията посредством 2,4 – диацетилфлороглуцинол. Интересно е, че е установена системна реакция срещу *P. syringae* в *Arabidopsis thaliana* от *P. alcaligenes* PsA15. Калцизолът, произвеждан от МСРР (*P. alcaligenes* PsA15, *Bacillus polymyxa* BcP26 и *Mycobacterium phlei* MbP18), осигурява устойчивост на високи температури и солеви стрес. Установено е, че инокулацията на растение с АМ гъби подобрява растежа при солеви стрес. Също така, *Achromobacter piechaudii* способства за увеличаване на биомасата на домати и чушки в условия на 172 mM NaCl и воден стрес. Интересно е, че кореновата ендифитна плесен *Piriformospora indica* предпазва гостоприемника си от солеви стрес. При едно от изследванията е установено, че инокулацията на PCPP, самостоятелно или с АМГ, като *Glomus intraradices* или *Glomus mosseae*, води до по-добро усвояване на хранителни вещества и подобрене в нормалния физиологичен процес в *Lactuca sativa* в условия на стрес. Същото растение, третирано с *P. mendocina*, увеличава биомасата си в условия на солеви стрес. Използването на транскриптомни и микроскопски стратегии показва, че механизмите, участващи в поносимостта на осмотичен стрес са свързани със значителна промяна в транскриптома на *Stenotrophomonas rhizophila* DSM14405, в отговор на високи солеви концентрации. Комбинация на АМ гъби и фиксиращи азота бактерии помага на бобовите растения да превъзможват стреса от засушаване. Ефектът от *A. brasilense*, редом с АМГ, може да се наблюдава и при други растения, като домати, царевица и касава. Комбинация между *A. brasilense* и АМ подобрява търпимостта на растенията към различен абиотичен стрес. Допълнително, *Pseudomonas putida* или *Bacillus megaterium* и АМ гъби са ефективни в борбата със стреса от сзаушаване. Прилагането на *Pseudomonas sperica* в условия на воден стрес подобрява антиоксидантната защита и фотосинтетичните пигменти в босилека. Интересно е, че комбинацията от три бактериални вида води до най-високата каталазна, глутатионпероксидазна и аскорбатпероксидазна активност и съдържание на хлорофил в листата в условия на воден стрес. Установено е, че *Pseudomonas sperica* оказва

## ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТВАНЕТО НА БИОТОРОВЕ

положителен ефект за поникването на семената на *A. officinalis* L. при воден стрес. След инокулация с АМГ се увеличават фотосинтезната ефективност и антиоксидантната реакция на оризовите растения в условията на стрес от засушаване. Полезните ефекти на микоризата са доказани както в условия на повишена соленост, така и при суша. Чрез кореновата система на растенията, в тях навлизат тежки метали като кадмий, олово и живак, внесени в почвата посредством отпадъци от болници и промишлени предприятия. Установено е, че *Azospirillum spp.*, *Phosphobacteria spp.* и *Glucanacetobacter spp.*, изолирани от ризосферата на оризища и мангрови дървета, са по-устойчиви на тежки метали и по-специално, на желязо. *P. putida* 11 (P.p.11), *P. putida* 4 (P.p.4) и *P. fluorescens* 169 (P.f.169) могат да предпазват канолата и ечемика от негативните ефекти на кадмия чрез индолилоцетна киселина, сидерофори и 1-аминоциклопропан-1-карбоксилат дезаминаза (ACCD). Съобщава се, че възстановяването на кореновата система в замърсени с петрол почви, може да се осъществи чрез добавянето на микроорганизми под формата на ефективен микробен агент (ЕМА) към различни растителни видове, като памук, райграс и люцерна.

МСПР като биологични агенти са едни от алтернативите на химическите агенти, осигуряващи устойчивост на различни патогенни атаки. Освен, че действат като усилващи растежа агенти, те могат да осигуряват защита срещу патогени, като произвеждат метаболити. *Bacillus subtilis* GBO3 може да индуцира свързани със защитата пътеки, а именно салицилова киселина и жасминова киселина. Прилагането на проби от МСПР, а именно *B. amyloliquefaciens* 937b и *B. pumilus* SE-34 осигурява имунитет срещу петнистия вирус по домати. *B. megaterium* IISRBP 17, изолиран от стебло на черен пипер, действа срещу *Phytophthora capsici*. Установено е, че *Bacillus subtilis* N11 добавен към узрял компост, контролира заразяването на корените на банана с *Fusarium*. По подобен начин, *B. subtilis* (UFLA285) осигурява устойчивост срещу *R. solani* и също така индуцира нарастване на листната маса и корените на памуковите растения. В едно друго интересно изследване, *Paenibacillus polymyxa* SQR-21 е бил идентифициран като потенциален агент за биоконтрол на изсъхването при динята, дължащо се на *Fusarium*.

Установено е, че използването на МСПР е ефективно за контрол на петнистия вирус по домати, краставичния мозаечен вирус при домати и пипера, както и вируса по бананите BBTV. В редица случаи е доказано, че редом с бактериите, микоризата също може да осигури защита срещу гъбни патогени и да възпрепятства развитието на много патогени в корените, като *R. solani*, *Pythium spp.*, *F. oxysporum*, *A. obscura* и *H. annosum*, чрез подобряване на хранителния профил на растението и посредством това, продуктивността. Например, *Glomus mosseae* е ефективен срещу *Fusarium oxysporum f. sp. basilica*, който причинява изгниване на корените при босилека. Също така, *Medicago truncatula* показва индукция на различни защитни гени, свързани с колонизацията на микоризата. Установено е, че добавянето в почвата на арбускуларни микоризни гъби

# ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТВАНЕТО НА БИОТОРОВЕ

(АМГ) и *Pseudomonas fluorescens* може да ограничи развитието на кореновото гниене и да увеличи добивите от фасул (*Phaseolus vulgaris* L.)

## Механизъм на действие на различните биоподобрители

Микоризата е специфично образувание между хифите на някои гъби и корените на висшите растения. И макар, че засега остава загадка, тя служи като системен модел за разбирането на механизма на стимулиране растежа на кореновите клетки като резултат от тази симбиоза. Секвенирането на генома на две ектомикоризни вида гъби, *L. bicolor* 13 и *T. melanosporum* (черен трюфел), спомогна да се идентифицират факторите, регулиращи развитието на микоризата и нейната функция в клетката на растението. Идентифицирани са 15 гена в *L. bicolor*, които се определят като възможни транспортери на хексоза. В нейния геном липсват гени, кодиращи ензима инвертаза, което я прави зависима от растението за глюкоза. В същото време, *T. melanosporum* притежава един инвертазен ген и за разлика от *L. bicolor*, може директно да използва захарозата на гостоприемника. Регулацията на транспортните гени по време на симбиозата показва пренасяне на полезни съединения като аминокиселини, олигопептиди и полиамини, от един организъм на друг в резултат от симбиозата. Свободно живеещият мицел може да поеме азот и амониеви йони от почвата. Впоследствие, те достигат до мицелната мантия и вътрешния мицел, след което преминават в растението. Богатите на цистеин белтъци (MISSP7) на гъбата играят важна роля за улесняване и осъществяване на симбиотичните взаимодействия. Много гени, свързани с биосинтеза на ауксин и морфогенезата на корените, се индуцират по време на микоризната колонизация. Гъбата *G. versiforme* притежава в хифите си транспортери за неорганичен фосфат (Pi), които помагат за директната абсорбция на фосфат от почвата. А в *G. intraradice* е открит ген, кодиращ синтеза на глутамин, който засилва възможността за азотен метаболизъм в хифите на гъбата, който след това може да бъде транспортиран до растението. Предполага се, че биоактивни вещества, наречени Мус фактори, подобни на *Nod* факторите на ризобиите, се отделят от микоризата и се възприемат от корените на гостоприемника. Така се активира сигнален трансферен път или общ симбиозен път (SYM). Пътищата, които подготвят растението за АМ и *Rhizobium* заразяване, имат някои общи точки. Общият SYM път подготвя растението гостоприемник за промените на молекулярно и анатомично ниво още при първия контакт с хифите на гъбата. Предполага се, че калцият е центърът на вторичните сигнали, който прониква в клетките на кореновите власинки. От изследвания става видно, че *Rhizobium leguminosarum biovar viciae* може да индуцира различни гени в растения като грах, люцерна и захарно цвекло. PCPP синтезират индолилоцетна киселина, която от своя страна индуцира производството на азотен оксид (NO), който действа като вторичен сигнал, отключващ сложна сигнална мрежа, водеща до по-добър растеж на корените и стимулиране на процеса на развитие.

## ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТВАНЕТО НА БИОТОРОВЕ

Експресията на ENOD11 и много свързани със защитата и ремоделирането на корените гени се индуцират по време на навлизането на гъбата. Впоследствие, това позволява образуването на апарат за пенетрация. Въпреки, че биологията на образуването на арбускулите е неизвестна, изрязването на един ген, наречен *Vapyrin*, води до понижено нарастване на арбускулите. Известно е, че много други гени, в това число субтилизин протеаза, фосфат транспортер или два ABC транспортери, имат отношение към формирането на арбускули. Фиксиращи азота гени се използват от учените за създаване на растения, които могат да фиксират атмосферния азот.

Индукцията на *nif* гените при фиксиращи азота бактерии се осъществява при ниска концентрация на азот и кислород в ризосферата. Интересно е, че инокулацията на захарна тръстика с див щам на *G. diazotrophicus*, е показала фиксация на радиоактивен азот, в сравнение с мутирал *G. diazotrophicus*, който има мутирал *nif D* ген. Това доказва значението на *nif* гените. Продуктивността на азотната фиксация зависи от използването на въглерод. Бактерия като *Bacillus subtilis*(UFLA285) може да индуцира диференциално в растението памук 247 гени, за разлика от контролните експерименти, при които памуковото растение не е било инокулирано с МСРР. Много от устойчивите на болести гени, които действат посредством жасмонат/етилен сигнализиране, както и осмотична регулация посредством гени, синтезиращи пролин, са били диференциално експресирани с UFLA285 индукция. Били са идентифицирани различни диференциално експресирани гени, като протеин тип 1, подобен на металтионините, мембранен интегрален протеин, подобен на NOD26, ZmNIP2-1, протеин от семейството на тионина, гама прекурсори на ориксаин, стрес-асоциран протеин 1 (OsISAP1), пробеназол-индуциран протеин PBZ1 и ауксин и гени, отговарящи за етилена. Установено е, че експресията на свързаните със защитата протеини PBZ1 и тионини се потискат в асоциации между ориз и *H seropedicae*. Това показва, че се осъществява модулация на растителната защита по време на колонизацията. Предполага се, че сред видовете МСРР, *Azospirillum* отделя гиберелини, етилен и ауксини. Някои свързани с растението бактерии може да индуцират фитохормонен синтез. Така например, когато смърч се инокулира с *Paenibacillus polymyxa*, се наблюдават повишени нива на индолилоцетна киселина в неговите корени. Установено е, че *Rhizobium* и *Bacillus* синтезират индолилоцетна киселина в различни условия, като киселинност, температура и в присъствието на агроотпадъци като субстрат. Етиленът, за разлика от други фитохормони, е отговорен за забавяне на развитието на двуседелните растения. Установено е, че МСРР могат да усилят растежа на растението посредством потискане на експресията на етилен. Интересно е, че е бил предложен модел, в който е показано, че синтезата на етилен от 1-аминоциклопропан-1-карбоксилат (ACC), един непосредствен прекурсор на етилен, хидролизиран с бактериален ACC-дезаминаза, нуждаеща се от азот и въглерод, е също един от механизмите за индукция на подходящи условия за растеж. Открита е също така ACC-дезаминазна активност в бактерии, като *Alcaligenes sp.*, *Bacillus pumilus*, *Pseudomonas sp.* и *Variovorax paradoxus*.

# ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТВАНЕТО НА БИОТОРОВЕ

Участието на АСС деаминазата в индиректното влияние на растежа на растенията е доказано при канола, където мутации в АСС деаминазния ген причиняват загуба на ефекта на растежа от действието на *Pseudomonas putida*. Потенциалът на МСРР е бил увеличен с въвеждането на гени, участващи в пътя на директно окисляване и в разтваряне на минерален фосфат в някои щамове на МСРР. Генът, кодиращ глюкозна дехидрогеназа (GCD), участващ в пътя на директно окисляване, е бил клониран и характеризиран от *Acinetobacter calcoaceticus* и *E. coli* и *Enterobacter asburiae*. Също така, ген, кодиращ разтворима форма на GCD е бил клонирана от *Acinetobacter calcoaceticus* и *G. oxydans*. Има научни доклади за проведена насочена мутагенеза на глюкозна дехидрогеназа (GDH) и глюконат дехидрогеназа (GADH), което е довело до повишение на активността на този ензим. Просто заместване на S771M осигурява топлинна стабилност на *E. coli*, докато мутация на глутамин 742 в лизин подобрява EDTA търпимостта на *E. coli* PQQGDH. Прилагането на тази технология е постигнато чрез трансфер на гени, участващи в пътя на директното окисляване, като GDH, GADH и пиरोлокинолин (PQQ), към ризобактерии, и на фосфоенолпируват карбоксилаза (PCC) към *P. fluorescens*.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Екологичният стрес се превръща в основен проблем, а добивите намаляват с безпрецедентен темп. Зависимостта ни от химически торове и пестициди е насърчила процъфтяването на индустрии, произвеждащи застрашаващи живота химикали. Те са не само опасни за хората, но и могат да нарушат екологичното равновесие. Биоторовете могат да помогнат за решаване на въпроса с изхранването на нарастващото население в света в момент, когато земеделието е изправено пред засилен натиск от околната среда. Важно е да се осъзнаят полезните аспекти на биоторовете и да се повиши тяхното прилагане в съвременните земеделски практики. Развитието на новите технологии, използващи мощните инструменти на молекулярната биотехнология, може да засили биологичните пътища на производство на фитохормони. Ако тези технологии бъдат идентифицирани и трансферирани към полезни МСРР, те могат да допринесат за отслабване на екологичния стрес.

Липсата на осведоменост обаче, относно подобрените протоколи за приложението на биоторовете на терен, е една от причините много от полезните МСРР да са все още извън ползрението на еколози и агрономи. Въпреки това, последните постижения в технологиите, свързани с микробиологията, взаимодействието на растенията и патогените и геномиката, ще помогнат за оптимизиране на въпросните протоколи. Успехът на науката по отношение на биоторовете зависи от прилагането на

# ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТВАНЕТО НА БИОТОРОВЕ

иновативни стратегии, свързани с функциите на МСРР, и тяхното адекватно приложение в сферата на земеделието. Главното предизвикателство в тази област на изследванията е свързано с факта, че освен идентификацията на различни разновидности на МСРР и техните характеристики, е много важно да се разбере истинския механизъм на функциониране на МСРР. Това е необходимо, за да бъдат те ефективно използвани в условията на устойчиво земеделие.

## БИБЛИОГРАФИЯ

1. Malusá E., Sas-Paszt L., Ciesielska J. (2012). Technologies for Beneficial Microorganisms Inocula Used as Biofertilizers, *Scientific World Journal*, Apr 1.
2. Sarathchandra, S.U., Ghani, A.A., Yeates, G.W., Burch, G. and Cox, N.R. (2001): Effect of nitrogen and phosphate fertilizers on microbial and nematode diversity in pasture soils. *J Biol. Biochem*, 33:953-964.
3. Higa, T. and Wididana, G.N. (1991). Changes in soil microflora induced by effective microorganisms. p. 153-163. In J.F.Pait, S/B/Hornick and E.C. Whitman. Proceeding of the first International Conference on Kuysei nature Farming, United States Department of Agriculture, Whashington D.C.
4. Vandergheynst J.S., Scher H., Hong-Yun G. (2006). Design of formulations for improved biological control agent viability and sequestration during storage. *Industrial Biotechnology*; 2(3):213–219.
5. Vandergheynst J.S., Scher H.B., Guo H-Y, Schultz D.L. (2007). Water-in-oil emulsions that improve the storage and delivery of the biolarvacide *Lagenidium giganteum*. *BioControl*; 52 (2):207–229.
6. Pemsel M, Schwab S, Scheurer A, Freitag D, Schatz R, Schlücker E. (2010). Advanced PGSS process for the encapsulation of the biopesticide. *Cydia pomonella granulovirus*. *Journal of Supercritical Fluids*; 53(1–3):174–178.
7. Cocero M.J., Martín Á., Mattea F., Varona S. (2009). Encapsulation and co-precipitation processes with supercritical fluids: fundamentals and applications. *Journal of Supercritical Fluids*. 2009; 47(3):546–555.
8. Qureshi N, Annous B.A., Ezeji T.C., Karcher P., Maddox I.S. (2005). Biofilm reactors for industrial bioconversion process: employing potential of enhanced reaction rates. *Microbial Cell Factories*; 4, article 24
9. Stoodley P., Sauer K., Davies D.G., Costerton J.W. (2002). Biofilms as complex differentiated communities. *Annual Review of Microbiology*. 2002;56:187–209

## ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТКАНОТО НА БИОТОРОВО

10. Sutherland I.W. (2001). Biofilm exopolysaccharides: a strong and sticky framework. *Microbiology*. 2001; 147(1):3–9.
11. Seneviratne G., Zavahir J.S., Bandara WMMS, Weerasekara MLMAW. (2008). Fungal-bacterial biofilms: their development for novel biotechnological applications. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*; 24(6):739–743
12. Jayasinghearachchi H.S., Seneviratne G. A bradyrhizobial-*Penicillium* spp. biofilm with nitrogenase activity improves N<sub>2</sub> fixing symbiosis of soybean. *Biology and Fertility of Soils*; 40 (6), 432-434
13. Ashraf M., Hasnain S., Berge O., Mahmood T. (2004). Inoculating wheat seedlings with exopolysaccharide-producing bacteria restricts sodium uptake and stimulates plant growth under salt stress. *Biology and Fertility of Soils*, Vol 40, (3), pp 157–162.
14. Seneviratne G., Zavahir J.S, Bandara WMMS, Weerasekara MLMAW (2008). Fungal-bacterial biofilms: their development for novel biotechnological applications. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*; 24 (6): 739–743
15. Bandara WMMS, Seneviratne G, Kulasoorya SA. (2006). Interactions among endophytic bacteria and fungi: effects and potentials. *Journal of Biosciences* 31(5): 645–650.
16. Callone E., Camprostrini R., Carturan G., Cavazza A., Guzzon R.(2008). Immobilization of yeast and bacteria cells in alginate microbeads coated with silica membranes: procedures, physico-chemical features and bioactivity. *Journal of Materials Chemistry*; 18 (40): 4839–4848.
17. Navrotsky A. (2000). Technology and applications Nanomaterials in the environment, agriculture, and technology (NEAT) *Journal of Nanoparticle Research*; 2:321–323.
18. Parashar U.K., Saxena P.S., Srivastava A. (2008). Role of nanomaterials in biotechnology. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*; 3:81–87.
19. Auffan M., Rose J., Bottero J-Y, Lowry G.V., Jolivet J.P., Wiesner M.R.(2009). Towards a definition of inorganic nanoparticles from an environmental, health and safety perspective. *Nature Nanotechnology*; 4(10):634–641
20. Bailey K.L., Boyetchko S.M., Längle T. (2010). Social and economic drivers shaping the future of biological control: a Canadian perspective on the factors affecting the development and use of microbial biopesticides. *Biological Control*; 52(3): 221–229.
21. Srivastava A, Srivastava ON, Talapatra S, Vajtai R, Ajayan PM.(2004). Carbon nanotube filters. *Nature Materials*; 3 (9): 610–614.
22. Vandergheynst J. S., Scher H. B., Guo H-Y, Schultz D. L. (2007). Water-in-oil emulsions that improve the storage and delivery of the biolarvicide *Lagenidium giganteum*. *BioControl*. 52 (2): 207–229



## ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТКАТО НА БИОТОРОВА

23. Malusá E. and N. Vassilev (2014). A contribution to set a legal framework for biofertilisers, *Appl Microbiol Biotechnol*; 98(15): 6599–6607.
24. Compound Annual Growth Rate (CAGR) Definition  
Investopedia <http://www.investopedia.com/terms/c/cagr.asp#ixzz4IukVi56Y>
25. Deepak Bhardwaj, Mohammad Wahid Ansari, Ranjan Kumar Sahoo, and Narendra Tuteja. Trends in innovative production of Biofertilizers as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4022417/>.