

Какво „чуват“ растенията?

Нина Бакърджиева

Съвременната ботаническа наука разглежда растенията като сложни управляващи се системи с добре развита сензорна мрежа за възприемане на това, което става в околната среда и което е съществено за тяхното оцеляване. Получените

разнообразни сигнали се пренасят по определени пътища (подобно на организмите с нервна система) и растението решава своя – външен или вътрешен – отговор. Тук за начало трябва да поставим въпроса „възприемат ли се и звуковите вълни от растенията?“. Логично е да се приеме – да. В природната среда са налице многобройни шумове, към които едва ли растението остава безразлично. Някои от звуковете могат да носят сигнал за опасност, други да помогнат за по-доброто равновесие на жизнените процеси. Дълго време почти нищо не се

Много хора си задават въпроса дали растенията възприемат музиката и как реагират спрямо нея. А някои от по-любопытелните дори твърдят, че са наблюдавали такива реакции. Колкото и да е интригуващ този въпрос, той дълго време оставаше в обсега на предположенията и митовете. Повече от 50 години обаче се търсят и научни отговори.

знаеше за това дали растенията „чуват“ ромона на близкото поточе, квакането на жабите, песента на птичките, свиренето на щурците, жуженето на насекомите, прелитащи наоколо, шумоленето на листа-

та при вятър и други естествени природни шумове. За съжаление техническият прогрес на човечеството донесе в природната среда и доста неприсъщи за нея шумове, произведени от прелитащите самолети, от грохота на колите и камионите по пътищата, от влаковете, и др. Дано растенията все пак да не са така чувствителни към тези децибели.

Музиката не е природен шум, тя е дело на човешкото творчество. Тя прави живота на хората по-хубав и им доставя удоволствие. А ние искаме да знаем дали и растенията около нас се повлияват от



Проф. Нина Бакърджиева почина на 7 октомври и това е последният материал, предаден от нея за списанието. Тя бе един от нашите редовни и уважавани автори, а дълго време бе и член на редколегията, със значителен принос за развитието на списание „Природа“. Авторитетен биолог, чиято научна кариера се развива в БАН, автор на над 130 научни публикации у нас и в чужбина и вдъхновен популяризатор на българската природа и на науката. Поклон пред паметта ѝ!

нея по същия начин. Този въпрос е много любопитен и е привличал вниманието на мнозина. Казват например, че някои френски лозари отдавна са забелязали, че музиката подобрява реколтата. А в помещение с музикален източник е забелязано, че растенията сякаш са по-жизнени и някои се наклоняват към него. В Китай имало вековна практика и традиция да се използва музиката за подобряване развитието на растенията. Някъде от 60-те години на миналия век се появяват първите изследвания и експерименти в Индия, а малко по-късно и в Китай, но резултатите се отразяват главно в регионални списания. Проучванията на тези учени продължават и се задълбочават и през следващите години. Една от ран-

ните публикации (1962 г.) е на Т. Синг (Т. С. Singh), ръководител на катедрата по ботаника при Анамалаи Университет (Annamalai University). Той съобщава, че при третиране на балсамовото растение с класическа музика е наблюдавал увеличение на скоростта на растежа при младите прорастъци с около 20%, а натрупаната биомаса се е увеличила със значително по-голям процент. Неговите резултати са потвърдени и от други учени. В индийските изследвания често се използва като въздействащ фактор леката индийска музика, която също е стимулирала растежа. Обръща се внимание и на композиторите. Например още тогава един канадски инженер съобщава, че при звученето на сонати на Й. С. Бах житните посеви са увеличили добива с невероятните 66%. Друг експериментатор е забелязал, че цизулковите изпълнения имат по-значителен ефект върху растежните процеси.

През следващите две десетилетия (до 90-те години на миналия век) интересът към отношенията на растенията с музиката не стихва. Многочислените научни изследвания продължават главно от индийски и китайски учени като се проследява основно видимият ефект върху растежа и жизнеността на растението, а той почти винаги е бил забележим и положителен. Има и особености. Когато са сравнявали влиянието на различни музикални жанрове забелязали, че класическата, леката индийска, фолклорната, джазовата музика и някои други жанрове са оказвали в различна степен положително влияние, но рокът, според повечето автори, силно е инхибирал растежните процеси. Нещо повече – след няколко часа озвучаване растението може дори да загине. Този ефект все още не е получил своето обяснение. Съществува и обратното мнение – за



Оранжежите имат добра акустика и подходящата музика може да помогне за повишаване на доходите в тях

липса на потискащ растението ефект на рока. В този период проблемът провокира масово любопитство и за него се публикуват предимно популярни статии и книги.

Продължават обаче и по-сериозните научни наблюдения и изследвания върху ефекта на музиката върху растенията. Експериментите обхващат различни видове – тиква, домати, сладък пипер, спанак, ориз, пшеница, роза и много други. Във всички случаи се открива увеличение на растежа и биомасата. Опитите са правени при стаини, оранжерийни и полски условия, като са променяли разстоянието между растението и източника на звука, неговата сила и др. Оказва се, че растенията сякаш „обичат“ да слушат музика, с вибрациите си тя ги стимулира и прави по-жизнени. Тези резултати говорят в полза на твърдението за благоприятно въздействие на музиката върху тях, но те се оказват недостатъчни за създаване на една цялостна представа за това как растенията възприемат тези звуци, какви са механизмите на отговор на техния ор-

ганизъм спрямо тях. Такива са основните критични бележки в съвременната научна литература.

През 1981 година е публикувана статия на Морис Мартенс и др. (M. J. Martens et al.), върху абсорбцията на акустичната енергия от листата на растенията (в Journal of Acoustic Society of America). Твърди се, че листата приемат известна доза енергия, която

може да допринесе за възприемането на звуците. Следват и други статии на авторите по въпроса. През 2006 Ф. Телевски (F. Telewski) предлага, вероятно за първи път, хипотеза за наличието на механорецепторна мрежа при растенията, подобна на тази при животните, а статията е публикувана на страниците на American Journal of Botany.

Някъде към края на 80-те години на миналия век и особено в началото на XXI век се променя плоскостта, аспектът, в които се разглежда влиянието на музиката върху растенията. Изследователите насочват вниманието си към ролята на звуковете вълни изобщо в огромния и пъстър свят на растенията. Така, особено от началото на нашия век, интересът към проблема нараства значително. В проучванията се включват учени от много страни – Канада, САЩ, Великобритания, Германия, Холандия, Италия и др. При изследванията се обхващат по-широк спектър на вибрации, включително и съответстващи на някои природни звуци, на музиката, както и на други антропогенни шумове. Освен честотния

спектър, се отчита и налягането на звуковите вълни. Очаква се да се получи отговор на въпроса как тези вълни се използват от растенията за ориентация в сложната и динамична околна среда. Учените искат да разберат кои структури и процеси в растителния организъм се повлияват от тези въздействия и в каква степен. Следва значително разширяване и задълбочаване на изследванията върху физиологични и метаболитни процеси, включително на клетъчно и молекулно ниво. Установени са повишение на фотосинтезата и транспирацията, увеличение на скоростта на транскрипцията на някои гени, промени във вторичната структура на белтъците във филаментните мембрани, редица ензими са с повишена активност – антиоксидантни ензими, амилаза, АТФ-аза, протеинкинази и др., повишено съдържание на разтворими белтъци, полиамини и захари. Намерено е също изменение в нивата на фитохормоните. Съдържанието на ауксин и гибберелини, които контролират и стимулират геленето и елонгацията на клетките е било повишено, а това на абсцисиевата киселина (която играе съществена роля в процеса на транспирацията, тъй като регулира отварянето и затварянето на устицата) – намалено. Интерес представлява и многократно наблюдаваното повишение на имунитета под влияние на музика при растения, нападнати от вредители. Експерименталните резултати по споменатите насоки са публикувани в научни списания и поредици като *Journal of Experimental Botany*, *Cellular and Molecular Life Sciences*, *Plant Molecular Biology*, *Plant Science*, *Plant Physiology*, *Canadian Journal of Botany*, *Biophysics*, *Annual Review of Biology*, *Colloids and Surfaces*, *Behavioral Ecology*, *New Scientists*, *Molecular Breeding*, *Journal of Plant Biotechnology*, *Agricultural*

and *Food Chemistry*, *Plant Signaling and Behaviour* и др. Тези изследвания утвърждават – вече на друго ниво – наличието на ефект и правят го голяма степен излишен началния въпрос от средата на миналия век „дали растенията улавят звуковите вълни“. Ударението се поставя вече на това как се възприемат звуковите вълни, каква информация носят и какво е значението им за адаптацията към промени в средата, както и изобщо в живота на растенията.

Нови изследвания показват, че растителните организми могат съвсем точно да откриват и интерпретират звуците. В публикация в *Scientific American* от 2017 година се дават примери в това отношение. Според учени еколози от Толего, *Arabidopsis thaliana* (едногодишно тревисто растение от семейство Кръстоцветни) може добре да различава шума на вятъра от бръмченето на насекоми вредители и да реагира съответно с отделяне на повече токсини във втория случай. Учени от Университета в Западна Австралия са направили експеримент, който показва, че шумът на бълбукаща вода води до движение на корените на млади грахови растения по посока на водата. Това, че растенията



Кърмачетата се успокояват и заспиват при тиха, нежна музика. Дали и кълновете реагират така?



Според някои изследователи рок музиката може да е опасна за здравето на растенията?

„чуват“ звуците показва и наблюдението, че жуженето на пчела с определена честота може да ускори отделянето на полена. Предполага се, че улавянето на звуците и разпознаването на техните сигнали би могло да се дължи на наличието на механорецептори, подобни на чувствителна мембрана. За мрежата за пренос на получените сигнали и за формирането на екологично съответен отговор, който дават растенията, са необходими още проучвания.

Знае се, че растенията имат начин да комуникират помежду си и да си предават сигнали за стрес, за близост на полезни или вредни насекоми, за суша и други промени в средата. Предполага се, че това е причината те да се развиват по-добре групово, отколкото изолирано. Това става чрез отделяне на летливи субстанции, като например терпеноидите, които пренасят информация как-

то между растенията, така и към други организми. Също така се използват и електрически сигнали. Съществена роля в обмена на информация играе кореновата система, както е посочил и Чарлз Дарвин (Charles Darwin) преди повече от век. Важен елемент в това отношение е общата подземна микоризна мрежа. И ето сега, към посочените средства за общуване между растенията се включват и звуковите вълни, които варират по честота, сила и обхват. В последните години се появиха публикации, в които се съобщава, че и растенията могат да излъчват звукови вълни с малка фреквенция. Нещо повече, съобщава се за вътрешна мрежа от вибрации, свързана с движенията на клетъчните компоненти. Предполага се, че тя прави връзка между клетките и органите на растението, като спомага за вътрешната организация и самоконтрол на процесите, а също и за контактуване с други организми. Ако можем да разчетем техния „език“ ще научим повече за растителния свят около нас.

Въз основа на фактите, че растенията възприемат звуковите вълни и чрез тези сигнали получават богата информация за околната среда, че дават своя отговор, както и на наскоро установената възможност растителните организми да пораждат и изпращат вибрации към своите съседи, се оформя ново направление в ботаническата наука – растителна акустика. В него се дискутират и изследват въпроси като: възможността растенията да откриват и генерират звукови вълни; каква е ползата и адаптивното значение на акустичната комуникация при растенията; как се приемат звуковите стимули; каква информация носят индуцираните вибрации? Също така важен е въпросът как растенията усещат и реагират на

звукови сигнали. Всичко това носи ново познание за растенията като сензорни системи и има голямо екологично значение – например предупреждение за възникващи опасности, откриване на необходимите за жизнените процеси компоненти от природната среда и др. В това отношение богати на идеи и разработки са проучванията на Моника Гаглиано (Monica Gagliano) от Университета в Западна Австралия. Тя разглежда акустичните свойства на растенията като еволюционна придобивка, която им позволява по-добра комуникация със средата и затова смята, че е много важно да разберем капацитета на растенията да откриват и използват звуците. Предлага се и хипотетична схема за преноса на сигнали. А механосензорните механизми са сложни и биха могли да бъдат и неочаквани (публикации в *Trends in Plant Science*, *Behavioral Ecology*, *PLoS One* и др., 2012, 2013 и по-късно). Индийският учен Р. Мишра (R. C. Mishra), в публикация от 2016 година, обсъжда и подчертава, че търсенето на механизмите на приемане на звукови сигнали и изработването на екологически съответна и полезна за индивида реакция е един от основните въпроси на растителната акустика.

Практическият усет на човека му е подсказал, че звуковете вълни могат да бъдат полезни и в селското стопанство. В обзора си от 2014 година, публикуван в *Journal of Integrative Agriculture*, Реда Хасаниен (Reda Hassanien) съобщава за разработката на технология за използване на звуковете вълни за увеличаване на добива при различни растителни култури, като се приема, че тази технология е екологично по-чиста. Тя се означава като PAFT (Plant Acoustic Frequency Technology). С нея се проследява зависимостта на ефекта на звуковете вълни от фреквенцията, от налягането, от

разстоянието между източника и растителния обект. Опити са правени при оранжерийни и полски условия. Изказва се мнението, че третирането със звукови вълни е важно от стопанска гледна точка.

Постепенно растенията ни разкриват тайни, които им позволяват да съществуват в сложната и пъстра природна среда. Те са системи с богата сетивност, способни да приемат информацията и да дават съответен отговор. Знаем повече за реакциите им по отношение на факторите като светлина, температура, вода, хранителни вещества и др. Благодарение на това те поддържат равновесието на жизнените процеси. Сега към тези фактори се прибавя още един, и то много съществен. Днес е ясно, че растенията имат способността да възприемат и звуковете вълни като сигнали от външната среда. В допълнение, те могат да различават звуците по тяхната честота и сила. И това е от голямо значение, тъй като звуците и шумовете са естествен компонент на средата, която обитават и с която те трябва да живеят в равновесие. Оказва се обаче, че растенията възприемат много по-широк спектър звукови вълни, някои с антропогенен произход. Още по-интересен е фактът, че растенията сами могат да генерират звукови вълни, които се използват за вътрешна координация на процесите, както и за комуникация с групи организми. А защо не и с хората, само трябва да се научим да улавяме сигналите и да ги разчитаме. Така още един път се потвърждава тезата, че растенията не са пасивен компонент на живия свят, а една динамична единица с богата сетивност и активно поведение, подобно на това при организмите с нервна система. ■