

ВЕЛИКА ЯНЕВА\*, НИКОЛАЙ НИКОВ, ИВО КАРАПЕНЕВ, ТАТЯНА ЖЕКОВА

Технически университет, Варна

\*E-mail: vianeva@abv.bg

## Органичното вещество на почвата и неговото значение за растенията

### *The Organic Substance of the Soil and Its Importance for the Plants*

V. Yaneva\*, N. Nikov, I. Karapenev, T. Zhekova

Technical University, Varna, Bulgaria

#### Abstract

In the present work has been done an overview of the multiple role of the organic substance in the formation and maintenance of the soil fertility and the opportunities for replenishing the loss of organic carbon by organic fertilizers, especial place among which hold the humic fertilizers.

**Key words:** humic acids, fulvo acids, humic fertilizers

Почвата е невъзобновим природен ресурс и по тази причина е необходима постоянна превенция, за да бъде съхранена (Закон за почвите, 2013). По данни на ЕС в Южна Европа 75% от почвите са с драстично намалено почвено органично вещество (Почвен атлас на Европа, 2005). Почвеното органично вещество е мерило за плодородието на почвата. Съдържанието на органично вещество в повърхностния слой на различните почви силно се колебае. С най-високо съдържание на органично вещество се характеризира горният слой на почвата (0 – 20 cm). В дълбочина количеството на хумуса намалява (Горбанов и др., 2005).

Органичната част на почвата представлява сложен комплекс от разнообразни органични съединения – нехумифицирани органични вещества с растителен или животински произход; органични вещества със специфичен характер (Кононова, 1963).

В групата на нехумифицираните органични вещества влизат предимно неразложени или полуразложени растителни остатъци и остатъци от почвените микроорганизми. Те лесно се разлагат в почвата под действие на почвените микро- и макроорганизми. Съдържащите се в тях хранителни за растенията елементи – азот,

фосфор, сяра и др. преминават в достъпна за растенията минерална форма. Не всички органични съединения от тази група се минерализират напълно. Част от нехумифицираните органични вещества се разлагат в почвата, превръщайки се в сложни органични съединения със специфична природа, които служат като източник за образуване на хумусните вещества.

Хумусните вещества са високомолекулни азотосъдържащи съединения със специфична природа. Те са основната част на хумуса в почвата, който представлява 85 – 90% от общото количество органично вещество в почвата. Хумусните вещества се разделят на три главни групи: *хуминови киселини*; *фулвокиселини*; *хумати* (Колешев, 2001). Двете групи киселини имат някои общи свойства, но се различават по своя строеж и някои специфични особености.

Характерна особеност на хуминовите киселини е тяхната полидисперсност (наличие на частици с различна големина) и хетерогенност (нееднородност в строежа им). Елементният състав на хуминовата киселина за различни почви е: въглерод 52 – 62%; кислород 31 – 39%; водород 2,8 – 4,8%; азот 3,3 – 5,1%.

Молекулата на хуминовите киселини включва: ароматно ядро, несъдържащо азот, азотосъдържащо съединение в циклична форма, включено в странични вериги, свързани с ядра, несъдържащи азот. Молекулната маса на хуминовите киселини е приблизително равна на 1200 – 1400. Установено е, че в състава на молекулата ѝ влизат 3-6 фенолни, хидроксилни групи, 3-4 карбоксилни групи, алкохолни групи, метоксилни и карбонилни групи.

Фенолните, хидроксилни и карбоксилни групи в хуминовите киселини обуславят участието им в процеса на обменното поглъщане на катионите, и определят киселинните им свойства. Водородът на карбоксилните групи може да се замества с различни катиони с образуване на соли, които са получили названието хумати.

Хуматите на едновалентните катиони ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ) са разтворими във вода съединения. В повечето почви от катионите преобладава калцият и за това основно се образуват кациеви хумати, които са неразтворими във вода и падат в почвата във вид на колоидна утайка. Магнезиевите хумати и тези на тривалентните катиони ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ) са също неразтворими във вода. Съдържанието на азота в хуминовите киселини се колебае от 3,5 – 5%. При киселинна хидролиза (6N HCl) на хуминовата киселинна половината от азота преминава в разтвор, като в хидролизата се откриват амиди, моно- и диамино киселини в съотношения, характерни за типични протеини с растителен и животински произход.

Значителна част от азота на хуминовите киселини преминава в разтвора при много по-слаба хидролиза в сравнение с типичните протеини. Освен това протеините на растителните остатъци лесно и бързо се разлагат от почвените микроорганизми, а с получените продукти последните синтезират протеин, който на свой ред лесно се подлага на разлагане. Поради това хидролизиралата част от азота на хуминовите киселини е представена очевидно не от протеини, а от продуктите на дълбоко им разпадане – аминокиселини, намиращи се във форма на нетрайна връзка с ядрата на хуминовите киселини.

Нехидролизиралата част от азота на хуминовите киселини, съставляваща 40 – 50% от цялото количество азот, която се характеризира с по-висока степен на окисление, е здра-

во свързана с безазотните ядра. Отчитайки, че в молекулата на хуминовите киселини има ароматни ядра и азотосъдържащи ароматни съединения, може да се предполага, че те са продукт на кондензация на полифеноли с аминокиселини, в които азотът може да бъде свързан във вид на странични вериги и в хетероциклична форма. След присъединяване на аминокиселините към карбоксилните или хидроксилни групи на ароматните ядра и образуване на странични вериги те могат да преминат по пътя на дългото превръщане в азотисти хетероциклични съединения. Наличие на нехидролизиран азот в хуминовите киселини се обуславя очевидно от азота, свързан в молекулата ѝ, в хетероциклична форма. Тази част на азота е най-устойчива към микробиологично разлагане. Съдържанието на азота в хуминовите киселини за различните почви представлява 15 – 30% от общия азот.

Втората група специфични хумусни вещества – *фулвокиселините* представляват високомолекулни оксикарбонови киселини, съдържащи азот. От хуминовите киселини ги отличава по-слабото оцветяване, по-малкото количество въглерод и по-голямо съдържание на кислород, разтворимост във вода и минерални киселини и по-голяма способност към киселинна хидролиза.

Елементарният състав на фулвокиселините е следният: въглерод 45 - 48%, водород 5 – 6%, кислород 43 – 48,5% и азот 1,5 – 3%. Фулвокиселините в сравнение с хуминовите киселини се характеризират с малка степен на кондензация на частиците. Както хуминовите киселини те съдържат фенолни, хидроксили, метоксилни и карбоксилни групи и са способни към обменно поглъщане на катиони. Калциевите и магнезиеви соли на фулвокиселините (фулвати) са разтворими във вода, а солите на алуминия и желязото в кисела или алкална среда и неразтворими в неутрална среда. Фулвокиселините са по-подвижни, азотистите съединения в тяхната молекула са свързани по-слабо и значително лесно се подлагат на киселинна хидролиза в сравнение с азотистите съединения на хуминовите киселини. Съдържанието на азота във фулвокиселините е 20 – 40% от общия азот в почвата.

Хуматите на почвения хумус представляват хуминови киселини с по-опростен строеж, ко-

ито здраво са свързани с минералната част на почвата, с частиците на глинестите минерали от монтморилонитовата група. Азотът на тази фракция, на хумуса представлява 20 – 30% от общия азот в почвата и се явява най-здраво свързан и устойчив към разлагане под действието на микроорганизмите.

Различните типове почви се отличават по общото съдържание на хумус и по неговия състав, т. е. по съотношение на основните групи хумусни вещества (хуминови киселини и фулвокиселини), а така също и по тяхната природа и свойства.

В почвата само незначителна част от хумусните вещества се намират в свободно състояние. Хуминовите киселини и фулвокиселините реагират помежду си и образуват сложни съединения, а така също встъпват в химични и колоиднохимични взаимодействия с минералната част на почвата, образувайки различни органо-минерални съединения. Според някои автори хумусните вещества могат да се намират в почвата във вид на киселина, калциеви, магнезиеви и натриеви хумати, във вид на хумати и смесен гел с хидрооксидите на алуминия и желязото или комплексни органо-минерални съединения с алуминий, желязо, фосфор, силиций. Освен това хумусните вещества са способни здраво да се поглъщат от глинестите минерали и в това си състояние те стават по-малко достъпни за микроорганизмите. Особено здрава връзка се наблюдава при взаимодействие на хумусните вещества с минерали от типа на монтморилонита, с каолинит и фелдшпат тя е по-слаба.

Взаимодействието на хумусните вещества с минералните частици на почвата и образуването на различни форми на органо-минерални съединения играят важна роля при закрепването на хумуса в почвата. Предполага се, че преобладаващата част на хумусните вещества е закрепена във вид на органо-минерална обвивка на повърхността на минералните частици, помалки от 0,01 mm, при което тези вещества се свързват много здраво – химически, при участие на амфотерни оксиди и по-малко здраво – адсорбционно, при коагулация на хуминовите киселини с катионите на калция.

Хумусните вещества притежават сравнително висока устойчивост към микробиоло-

гичното разлагане, те значително по-трудно се подлагат на минерализация, отколкото органичните съединения, влизащи в състава на постъпващите в почвата растителни остатъци. Независимо от това, разлагането на хумуса в почвата, макар и малко, но постоянно протича. В почвата непрекъснато протича процес на новообразуване на хумус за сметка на постъпващите в нея растителни остатъци и тяхното разрушаване, и минерализация. В зависимост от това, кой от тези процеси преобладава, може да се увеличава или намалява общото количество хумус в почвата. Системното използване на органични и минерални торове способства не само за повишаване добива от земеделски култури, но и за съхранение и натрупване на запаси от хумус и азот в почвата. Повишението на добиви под влияние на торовете се съпровожда с увеличаване постъпването в почвата на корени и растителни остатъци, което води до увеличаване количеството на новообразувания хумус. Въпреки неголямото съдържание на органично вещество в почвата, то играе важна роля в създаването на почвеното плодородие и храненето на растенията.

Под действие на хуминовите киселини, фулвокиселините и другите органични киселини, а така също въглената киселина, образуваща се при разлагането на органичните вещества, протича постепенно разрушаване на силикатните и алумосиликатните минерали, разтваряне на калциевите и магнезиеви карбонати, фосфати и други слаборазтворими соли. В резултат, съдържащите се в тях хранителни елементи – калций, магнезий, калий, фосфор, преминават в достъпна за растенията форма.

Органичното вещество е важен източник на хранителни елементи за растенията. В него се съдържа почти целият запас от азот, значителна част от фосфора и сярата, а така също неголямо количество калий, калций, магнезий и други хранителни вещества.

Основната маса на азота в почвата (до 90%) се намира в различните хумусни вещества и неголяма част от него се намира в нехумуфицираните органични съединения (протеини, аминокиселини и др.), влизащи в състава на растителните и животински остатъци и телата на микроорганизмите. Частта на органичните съединения на фосфора достига 30 – 40%

и повече от съдържанието на този елемент в почвата, а съответно за сярата достига до 90%. В резултат на разлагане на микроорганизмите, органичните съединения на азота, фосфора, сярата и др. хранителни елементи, съдържащи се в тях, преминават в лесноусвоима за растенията форма.

Органичните вещества оказват непосредствено въздействие на растенията – някои от тях, като например бензоената киселина, дори в нищожни концентрации са токсични за растенията. В същото време много органични вещества – хуминови киселини във високодисперсно състояние, отделни съединения от ароматните въглеводороди, органичните киселини (оксалова, пропионова, янтарна и др.), така също и присъстващите в почвата ферменти, антибиотици, растителни регулатори и витамини, постъпват в микроколичества, в растенията и стимулират техния растеж и развитие.

Изследвания, проведени в условия с пясъчни и с водни култури, показват, че високодисперсни золи и молекулни разтвори на хуминовите киселини в много малки концентрации (до 0,0004 – 0,0005%) ускоряват развитието на кореновата система, повишават проникваемостта на протоплазмата на клетките и постъпването на хранителни вещества в растенията, ускоряват техния растеж и увеличават добива. Много силната положителна реакция на хуминовите киселини в малки концентрации се наблюдава при младите растения обаче с повишаване на концентрацията (повече от 0,006%) те оказват отрицателно действие.

Органичните вещества служат като основен източник на хранителни и енергетични материали за повечето почвени микроорганизми. На тяхната жизнедеятелност силно влияние оказва съдържанието на органичното вещество в почвата.

Органичните вещества участват в адсорбционни процеси, в почвата, (колкото са в повече в почвата, толкова по-голяма е поглъщателната й способност и буферност). Те се явяват един от главните фактори за създаване на водоустойчива структура на почвата, оказват положително влияние на нейната влажност, водопроницаемост и въздухопроницаемост, и топлинен режим.

Изложените факти са от съществено зна-

чение при решаване на въпросите, свързани с храненето на растенията. Понастоящем може да се смята, че в основата на храненето на растенията се явява потребността им от минералните форми на азот, фосфор, калий и други елементи. Самото присъствие на химически елементи в почвата обаче не е достатъчно. Истинският проблем при поддържането на оптимални условия, необходими за растежа и развитието на всяко растение е не просто наличието на основни хранителни елементи в почвата, а те да бъдат осигурени, когато то има нужда от тях (Горбанов и др., 2005). Органичните вещества са най-добрият резервоар от хранителни вещества в почвата, а най-важната съставка е хумусът. Най-активните биохимически компоненти на хумуса са хуминовите киселини.

За съжаление, практиката в съвременното земеделие е такава, че се получава един затворен кръг, в който обогатяването и поддържането на плодородието на почвата става за сметка на увеличаване количествата на химически торове, които засилват консумацията на хумус, което води до още по-голяма нужда от торове, за да може всяка следваща година произведеното количество земеделска продукция да бъде най-малко същото.

В това отношение въпросът с физиологичната активност на органичните вещества трябва да намери трайно място в системата от мероприятия за увеличаване на добивите от земеделските култури. Това може да се осъществи както чрез попълване запасите от свежи органични вещества в почвата, така и чрез внасяне на органични торове, особено място, сред които заемат хуматните торове.

*Хуматните торове* съдържат хуминови киселини във високодисперсно състояние, което способства за проникването им в растенията. Действието на хуминовите киселини се проявява най-добре при условията на непосредствен контакт с кореновата или листна система на растенията.

Отчитайки положителното действие на хуматните торове не трябва да се забравя, че то се проявява при достатъчно осигуряване на растенията с основните хранителни елементи, необходими за техния нормален растеж и развитие.

## Заклучение

Практиките в съвременното земеделие са допринесли за изчерпване на органичните хумусни вещества, които са намалели драстично. В същото време хуматните субстрати исторически се регенерират в почвата чрез сеитбообращенията, мулчирането, торенето с разлагащи се растения и др., за което е необходимо определено време и е свързано с немалко разходи. Ограничаващ фактор за ползването на тези практики са икономическите темпове, с които се развива земеделието. Решението на проблема е използването на хуматните торове – директно внесени върху самото растение и в почвата (Сенгалевич и кол., 2007).

## Литература

**Горбанов, Ст. и др.** 2005. Агрохимия. *Дионис*, София.

**Закон за почвите.** 2013. Обн. ДВ. бр. 89 от 6 Ноември 2007 г., изм. ДВ. бр. 80 от 9 Октомври 2009 г., изм. ДВ. бр. 98 от 14 Декември 2010 г., изм. ДВ. бр. 92 от 22 Ноември 2011 г., изм. ДВ. бр. 66 от 26 Юли 2013 г.

**Колешев, В.** 2001. Почвознание. Замърсяване на почвите и въздействие върху екосистемите. *ПУ „Паисий Хилендарски”*, Пловдив.

**Сенгалевич, Г. и кол.** 2007. Хумустим – дар от природата. *Агрослейс*, Велинград.

**Кононова, М.** 1963. Органическо вещество почвы. *АН СССР*, Москва.

Настоящата статия има насоченост към проучването в рамките на проект на Технически университет – Варна - ТО1/7 04.12.2012, финансиран от Фонд „Научни изследвания” на тема „Разработване на технология и реактор за унищожаване на боеприпаси и взривни вещества”.