

Регулиране на рН на почвата при производство на земеделски култури

РЕЗЮМЕ

- рН на почвата е мярка за относителната киселинност или алкалност на почвения разтвор и се представя върху 14-точкова скала. Киселинността на почвата се увеличава, когато рН падне под 7 (неутрално рН), а алкалността ѝ – когато рН стане повече от 7.
- рН на почвата влияе върху множество аспекти при производството на земеделски култури, включително върху усвояемостта на хранителните елементи, потенциала за токсичност на металите, ефикасността и разпадане на почвените хербициди и фиксирането на азота от бобовите култури.
- рН на почвата трябва да се поддържа в неутралния до слабо киселинния диапазон (от 6,0 до 7,0) за зърнено-житни култури, но по-близо до неутралния (от 6,8 до 7,0) за фуражните бобови култури, които са по-чувствителни към алуминиевата токсичност в киселите почви.
- На повечето места е необходимо редовно варуване на почвата за предотвратяване на окисляването ѝ с течение на времето, дължащо се на естествени процеси и наторяване.
- Нормите за варуване се определят въз основа на типа почва, дълбочината на обработването ѝ и качеството на вартата. Вижте препоръките на местната служба за съвети в земеделието или се обърнете към консултант-агроном за специфични за региона указания за определяне на нормите на варуване.

Какво означава рН на почвата?

Терминът рН означава потенциал (р) на водородните йони (H^+) във вода и е измерител на относителната киселинност или алкалност на почвения разтвор. рН на почвата се представя върху 14-точкова скала, където стойност 7,0 се счита за неутрална. По-ниските стойности на скалата за рН означават увеличаване на H^+ йоните и киселинността, а по-високите – увеличаване на хидроксилните (OH^-) йони и алкалността. Тъй като рН се представя върху логаритмична скала, всяка промяна с една рН единица в действителност представлява десетократно увеличаване на киселинността или алкалността на почвата.

Източници на киселинност на почвата

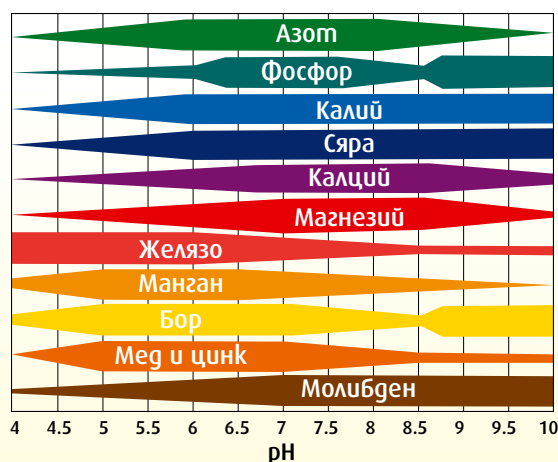
Много почви имат тенденция да се окисляват с времето. Киселинността на почвата се увеличава в резултат на: (1) изветряне на минералите в почвата и освобождаване на окисляващи алуминиеви (Al^{3+}) йони; (2) отмиване на основни йони от дъждовната

вода, като напр. калциеви (Ca^{2+}), магнезиеви (Mg^{2+}), калиеви (K^+) и натриеви (Na^+); (3) разлагане на органична материя в почвата и образуване на органични киселини; (4) корените на растенията, които при растежа си освобождават H^+ йони и органични киселини; и (5) торенето с амонячни торове, които освобождават H^+ йони при превръщането си в нитрати от почвените бактерии. Нитрификацията на амонячните торове, разлагането на органична материя и отмиването на основни йони по-принцип са основните източници на киселинността на почвата.

Значение на рН на почвата при отглеждане на земеделски култури

рН на почвата влияе върху много физични, химични и биологични реакции, необходими за оцеляването, растежа и добива от земеделските култури.

Усвояемостта на хранителните елементи е силно повлияна от рН и е вероятно втората от най-важните причини за регулиране на рН на почвата. Връзката между рН на почвата и усвояемостта на хранителните елементи е показана на Фигура 1.



Фигура 1. Относителна усвояемост на хранителните елементи на селскостопанските култури според рН на почвата.

Обикновено макроелементите, включващи азот (N), калий (K), сяра (S), калций (Ca) и магнезий (Mg) са усвояеми най-много в слабо киселинни до средно алкални почви, докато усвояемостта на микроелементите, като желязо (Fe), манган (Mn), бор (B), мед (Cu) и цинк (Zn), се увеличава в средно киселинни почви. Има обаче няколко изключения от тези общи правила.

За разлика от другите макроелементи усвояемостта на фосфора е ограничена в доста тесен, неутрален диапазон на рН. При рН под 6,5 P става неусвояем, тъй като образува неразтворими съединения с Fe и Al. И обратно, при рН над 7,5 P става

неусвояем, тъй като образува неразтворими съединения с Са и Mg. Усвояемостта на молибдена (Mo) също се различава от общите тенденции при микроелементите, тъй като той е най-усвоим в алкални почви. И накрая, при някои хранителни елементи усвояемостта може да зависи и от други почвени фактори освен от pH. Недостигът на Mg в царевичната например (Фигура 2) се среща най-често при пясъчливи почви и такива с ниско съдържание на органични вещества, които имат ниско pH и нисък капацитет на катионен обмен (СЕС).

Фигура 2. Недостигът на магнезий в царевичната често се среща при пясъчливи почви и такива с ниско съдържание на органични вещества, които имат ниско pH и нисък капацитет на катионен обмен (СЕС).

Токсичността на металите въздейства отрицателно върху растежа на корените в кисели почви и е най-важната причина за регулирането на pH на почвите. Някои метали, като напр. Fe, Al и Mn, се освобождават в почвения разтвор, когато pH стане кисело. Тези метали, и по-специално Al, увреждат корените на растенията, като пречат на деленето на клетките и изграждането на клетъчната стена, а така също възпрепятстват поглъщането, транспортирането и усвояването на хранителните елементи, включително Са и Р. Алуминият не е хранителен елемент за растенията и не се поема активно от земеделските култури, а може пасивно да навлиза през корените им чрез осмоза, когато е налице в почвения разтвор. Люцерната и други фуражни бобови култури са особено чувствителни към токсичността на Al в киселини почви.

Фигура 3. Лош растеж на люцерна на полето поради ниско pH на почвата.

Ефикасността и последствието на почвените хербициди също могат да бъдат засегнати от pH на почвата. Най-общо хербицидите ще се свържат с почвата, когато тяхното pH и това на почвата са близки. Когато хербицидите се свържат с почвата, се намалява ефикасността на контрола на плевелите и степента на разпадане на хербицидите. Триазиновите хербициди например са киселинни и ще се свържат с почвата, ако тя е с ниско pH. В подобна ситуация контролът на плевелите при царевича, третиран с атразин, ще се намали и ще се увеличи потенциалът за увреждане на следваща соева култура. При този сценарий варуването на почвата непосредствено преди засяване на соята ще засили потенциала за увреждане на културата, тъй като свързаният с почвата хербицид се освобождава от нея в отговор на увеличеното pH. Докато триазиновите хербициди се задържат в киселинни почви, някои хербициди (напр. сулфонилуреи) се задържат в почви с високо pH, а други (напр. пендиметалин и метолахлор) остават незасегнати от pH на почвата. Вижте етикетите на отделните хербициди за конкретна информация относно реакцията им на pH. Най-добрият начин да се избегнат проблемите, свързани с pH, при почвените хербициди е да се поддържа pH постоянно в неутралния диапазон.

Преобразуването на хранителните елементи и фиксирането на азота са ограничени в кисели почви, поради намалената активност на микроорганизмите, които отговарят за тези процеси. Всички усвояеми от растенията форми на N, S и P са намалени в киселите почви, а така също и симбиотичното фиксиране на N от бобовите култури.



Фигура 2.



Фигура 3.



Цели при регулирането на рН на почвите

Оптималното ниво на рН е различно при различни системи на сеитбооборот. За зърнените култури и фуражните треви рН принципно трябва да се поддържа между 6,0 и 7,0. За сеитбооборот, който включват люцерна, детелина и други фуражни бобови култури, е препоръчително да се поддържа по-ниска киселинност на рН от 6,8 до 7,0 поради специфичната чувствителност на тези растителни култури към токсичността на Al дори в слабо кисели почви.

Контрол на рН на почвата

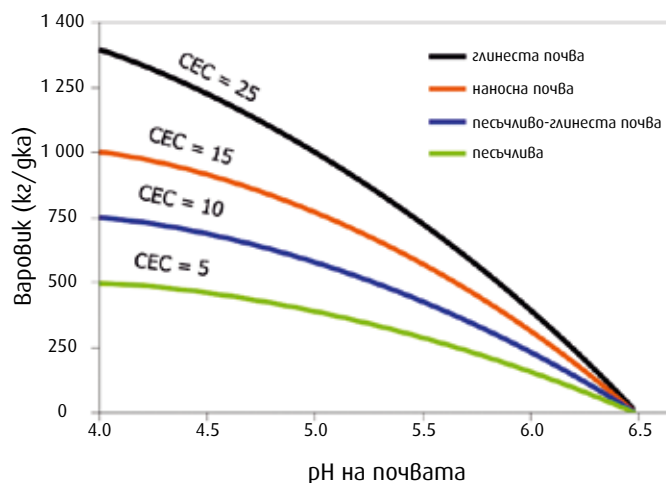
Регулярното вземане на проби и анализ на почвата са ключови фактори за ефективно регулиране на рН на почвата. Проби от почвата за дадено поле трябва да се взимат на всеки 2–4 години и същевременно всяка година, за да могат анализите да бъдат сравнявани във времето. Вземането на проби 3–6 месеца преди сеитба на следващата култура ще осигури достатъчно време, за да може корекцията на рН да има ефект, в случай че е необходима. За много земеделски култури най-доброто време за вземане на проби от почвата е след прибирането на реколтата късно есента. Макар че в търговската мрежа се предлагат различни средства за измерване на рН и цветни тест комплекти, те не могат да заместят професионалния анализ в лабораторния поради риск от висока степен на вариативност и съмнителна точност. Добрият лабораторен анализ е малка инвестиция в сравнение с цената на загубения добив или ненужното варуване.

Варуване за увеличаване на рН на почвата

Независимо че високото рН на почвата може да се отрази отрицателно на производството на селскостопански култури, разходите, свързани с намаляване на рН на почвата (чрез използване на елементарна сяра или други окисляващи материали), рядко са оправдани при производството на зърнени и фуражни култури. От друга страна варуването с цел повишаване на рН на киселите почви е икономически изгодно, когато се спазват насоките за правилна обработка. За дадено първоначално ниво на рН на почвата и целево ниво на рН на земеделската система нормите на варуване за увеличаване на рН на почвата се определят въз основа на три основни фактора: типа почва, качеството на вартата и дълбочината на обработка на почвата.

Типът почва определя количеството вар, необходимо за промяна на рН. Общата киселинност на почвата е сумата от активната киселинност и буферната или резервна киселинност. Повечето от киселинообразуващите H^+ и Al^{3+} йони в почвата се задържат в местата на катионен обмен на почвени частици и органична материя. По тази причина почвите, съдържащи големи количества глина

и органична материя, ще имат висок буферен капацитет и ще изискват по-големи количества вар за повишаване на рН на почвата, отколкото пясъчливите почви и тези с ниско съдържание на органична материя, които имат по-нисък буферен капацитет (Фигура 4).



Фигура 4. Приблизително количество варовик, необходимо за повишаване на рН на най-горните двадесет сантиметра от почвата до стойност 6,5 за четири почви с различен CEC. Адаптирано от Халвин и съавтори, 1999 г.

Качеството на вартата определя ефективността, с която даден варов материал променя рН на почвата. Качеството на варовика е резултат от два фактора:

1. Неутрализиращата стойност на варовия материал, наричана калциево-карбонатен еквивалент (CCE)

2. Едрината на варовия материал

Калциево-карбонатният еквивалент представлява количеството киселина, което дадено количество варов материал ще неутрализира, когато се разтвори напълно, в сравнение с чистия калциев карбонат ($CaCO_3$). Например, варов материал, който неутрализира 85% от киселината, която неутрализира чистият $CaCO_3$, ще има CCE 85. В таблица 1 е даден CCE на няколко широко разпространени варови материали.

Едрината на варовия материал определя колко бързо той ще се разтвори след прилагане, а оттам и бързината, с която ще реагира с почвата, за да повиши рН. Варовите материали с по-малък размер на частиците ще неутрализират киселинността на почвата по-бързо, отколкото материалите със сходен CCE, но с по-голям размер на частиците. Едрината на варовия материал се определя от производителите посредством процес, при който материалът преминава през сита с последователен размер. Едрината на варовия материал най-общо се изразява чрез три получени класа размери на частиците (Таблица 2). На практика повечето варови материали се състоят от смес от частици с различни класове размери. Ти-

пичният млян Варовик се състои от ок. 30% фини частици (< 60 номер на ситото), 60% средно големи частици (> 60 номер на ситото, < 8 номер на ситото) и 10% едри частици (> 8 номер на ситото).

Дълбочината на обработка на почвата влияе върху количеството вар, необходимо за повишаване на рН на почвата, и може също така да се отрази на времето, необходимо за това. По правило с увеличаване на дълбочината на обработка на почвата са необходими по-големи количества вар за повишаване на рН, тъй като се обработва ефективно по-голям обем почва. Повечето указания за варуване са базирани на 15–20 см дълбочина на почвата, като се препоръчва постепенно добавяне или намаляване на вартата съответно според увеличаването или намаляването на дълбочината на обработка на почвата. При директна сеитба препоръчителното количество вар не е намалено значително спрямо плитката обработка, но често е необходимо повече време за постигане на ефект от нея.

Таблица 1. Някои варови материали и типичните стойности на техния калцево-карбонатен еквивалент (CCE) (Халвин и съавтори 1999 г.).

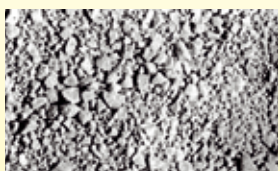
Варов материал CCE	Описание
Калцитна Вар 80–100%	CaCO_3 – Мляният Варовик е най-широкоразпространеният варов материал.
Доломитна Вар 95–110%	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ – Широкоразпространен млян Варовиков материал, съдържащ Mg и Ca.
Негасена Вар 179%	CaO – Разяждаща бяла прах, получена при нагряване на CaCO_3 . Най-ефективният от всички варови материали, но опасен при работа.
Хидратна Вар 136%	$\text{Ca}(\text{OH})_2$ – Фина бяла прах, получена при смесване на CaCO_3 с вода и изсушаване. Нарича се още гасена Вар. Ефективен варов материал, но труден за работа.
Воластонит 60–90%	CaSiO_3 – Страничен продукт от стоманената промишленост. Може също да съдържа Mg и P в зависимост от източника на желязната руда, използвана за производството на стомана.
Гранулирана Вар/ Варов разтвор Варура	Фино млян Варовик, направен на гранули или разтворен във вода за улесняване на работата и подобряване на скоростта на реакция. Има същия CCE като Варовиковата база
Летлива пепел Варура	$\text{CaO} + \text{SiO}_2$ – Страничен продукт от изгарянето на въглища със силно променлив CCE. Може да съдържа метални частици в зависимост от източника.



Определяне на нормата на Варуване

Методите за определяне на нормата на Варуване се различават в отделните региони, но всички препоръки са основани на сходен основополагащ принцип, а именно базовата норма на Варуване, необходима за повишаване на рН на почвата от текущото ѝ ниво до специфична за конкретната култура целева стойност – обикновено е в диапазона 6,0–7,0. Тази базова норма зависи до голяма степен от типа на почвата и се променя от качеството на варта, която се прилага, и дълбочината на обработка на почвата. Много препоръки дават методи за комбиниране на ССЕ и едрината на Варовия материал за изчисляване на единна мярка за качеството на Варта. Например **препоръките за нормата на Варуване на Университета на Небраска** се основават на ефективния калциево-карбонатен еквивалент (ЕССЕ) на предвидения за използване Варов материал, който се изчислява като резултат от неговия ССЕ плюс едрината, разделено на 100. **Препоръките за нормата на Варуване на Университета на Илинойс** се основават на подобен показател за качеството на Варта, наречен ефективна неутрализираща стойност (ENV). Повечето препоръки също така дават модификации на нормата на Варуване при различните методи на обработка на почвата. Например **препоръките за нормата на Варуване на Университета на щата Айова** предоставят конкретни норми за Варуване за четири различни дълбочини на обработка на почвата, включително директна сеитба.

Таблица 2. Млян Варовик, разделен в три класа размери. Адаптирано от Мамо и съавтори, 2009 г. (Включително илюстрациите).

	Фини частици Варовик Номер на ситото по-малък от 60 100% ефективност една година след прилагането
	Средно големи частици Варовик Номер на ситото по-малък от 8, но по-голям от 60 40% ефективност една година след прилагането
	Едри частици Варовик Номер на ситото по-голям от 8 10% ефективност една година след прилагането

Предупреждения при Варуване

- Освен ако не използвате много фин Варов материал или Варов разтвор, планирайте времето за Варуване така, че да има поне шест месеца, за да започне киселинността на почвата да се неутрализира. В повечето райони се препоръчва Варуване през есента, тъй като това намалява вероятността за уплътняване на почвата и въздействие върху пролетниците.
- Варуване до 1,5 тона/дка може да се прави наведнъж. Ако необходимата норма е по-висока, планирайте прилагане на 2/3 от препоръчителната норма през първата година, а останалата 1/3 – три-четири години по-късно.
- Може да се получи разслояване на рН на почвата при полета с директна сеитба, пасища и ливади. При тези случаи е препоръчително да се прилага по-ниски индивидуални норми, но по-често. Така ще се избегне създаването на повърхностна зона с високо рН и ще се гарантира, че Варта е налична, за да попадне в по-ниските слоеве на почвата и да неутрализира киселинността ѝ. Киселинните подпочвени условия са често срещани в пясъчливи почви на които се прилага директна сеитба и могат бързо да се облекчат с еднократна дълбока обработка на почвата.
- Варуването при различни норми най-общо се счита за един от най-икономически целесъобразните и прецизни земеделски практики. В повечето райони рН се различава в отделните полета поради разликите в предишните обработки и топографията. При много полета по-високи норми на Варуване са необходими по билата, отколкото по склоновете и низините. Вземете решетъчни или зонови проби или използвайте измерване в движение, за да определите дали има достатъчно налична пространствена изменчивост, което да оправдава прилагането на променлива норма. Точните проби от почвата ще служат също и като база за картиране на променлива норма.



Фигура 5. Варуване на царевично стърнище. Снимката е любезно предоставена от Дъглас Бийгъл, Университет на щата Пенсилвания.