

## **Уплътняване на почвата – причини и последствия**

Георги Митев  
Русенски университет „Ангел Кънчев”

С увеличаване на размерите и масата на енергетичните средства използвани в земеделието и оборудването към тях, непрекъснато нараства и тревогата относно уплътняването на почвата.

Това се обяснява с увеличаване броя на преминаванията по повърхността на полетата, извършвани при неподходящи условия, като в тези случаи почвите са по-податливи на уплътняване. Тежкото оборудване и обработката на почвата с обръщане на пласта, може да доведат до трайно нарушаване на структурата и. Последната е важна, тъй като определя способността на почвата да задържа и провежда водата, хранителните вещества и въздуха, необходими за растежа на растенията и активността на кореновата им система.

Въпреки че са извършени множество изследвания върху уплътняването на почвата и неговото влияние върху добивите, трудно е да се изчисли икономическото въздействие, тъй като земеделските земи се различават по вида почва, прилаганите сеитбообръщания, климатичните условия и др.

Уплътняване на почвата се получава, когато почвените частици се притискат, при което се приближават една към друга, намалявайки пространство на порите между тях. Силно уплътнените почви съдържат малко както обем големи пори, а оттам се намалява водозадържащата способност и водопропускливостта на уплътнения слой.

В почви, наситени с вода, големите пори са най-ефективни при движението на водата в тях. Газообменът в уплътнените почви се забавя, което води до увеличаване на вероятността от проблеми, свързани с аерирането им.

Въпреки че, уплътняването на почвата увеличава нейната твърдост – т.е. увеличава се способността на почвата да се съпротивлява на преместване при прилагане на сила – уплътнената почва означава още, че корените на растенията трябва да упражняват по-голяма пробивна сила, за да проникват в уплътнения слой.

Уплътняването на почвата променя размера на порестото пространство, разпределението на частиците и твърдостта и. Един начин за количествено определяне на промяната е чрез измерване на обемната и маса. С намаляване на порестото пространство в почвите, обемната маса се увеличава. Почвите с по-високо процентно съдържание на глина и тиня, които естествено имат по-голямо поресто пространство, са с по-малко обемно тегло от по-песъчливите почви.

### **Уплътняване на почвата и циклите на замразяване и размразяване**

Има две широко разпространени разбирания за намаляване уплътняването на почвата. Първият е използване на циклите на замразяване и размразяване, които намаляват голяма част от уплътняването, предизвикано от машините, и вторият е, че уплътняването, с което „Майката Природа“ не се справи, ще бъде преодоляно чрез дълбока оран или продълбочаване.

Въпреки че почвите в България са подложени на ежегодно замразяване - размразяване и замръзват на дълбочина 20 cm и повече, то само горните 5 cm до 15 cm преминават през повече от един такъв цикъл годишно. Убеждението, че цикълът замразяване –размразяване разрохква

почвите може да се е появило преди много години, когато уплътняването е било забелязано на сравнително малка дълбочина. Една от причините за незначителното уплътняване на почвата е, че машините не са били толкова голяма маса и се е прилагала почти строга ротация в отглеждането на тревни и бобови култури.

## **Дълбока оран (продълбочаване) и уплътняването на почвата**

Въпреки че, дълбоката оран (по-дълбока от 25-26 cm) може да разруши уплътнените почвени слоеве, не би могла да доведе до дълготрайно увеличаване на добивите. При проучвания в САЩ, където участъци с трайно уплътняване на почвата са разрохквани чрез прилагане на дълбока оран (35-41 cm), добивите от царевица или са останали непроменени или слабо са намалели в сравнение с неразораните парцели. Единственото изключение е възможно при напоявани глинесто-песъчливи почви. Липсата на траен положителен добив може да се дължи на:

- Недостатъчна дълбочина на изораването;
- Неефективно отстраняване на уплътнения слой поради високи нива на влажност на почвата;
- Повторно уплътняване на разрохканата почва под нивото на обръщания пласт почва, от последвалото движение на колесни превозни средства;
- Влошаване на някои почвени характеристики в резултат на дълбоката оран

Важно е да се отбележи, че вредното въздействие, причинено от уплътняване на почвата засяга всички отглеждани култури

## **Последствията от уплътняването на почвата за растежа на земеделските култури**

Уплътняването на почвата може да има и желан и нежелан ефект върху растениевъдството.

## **Очаквани резултати**

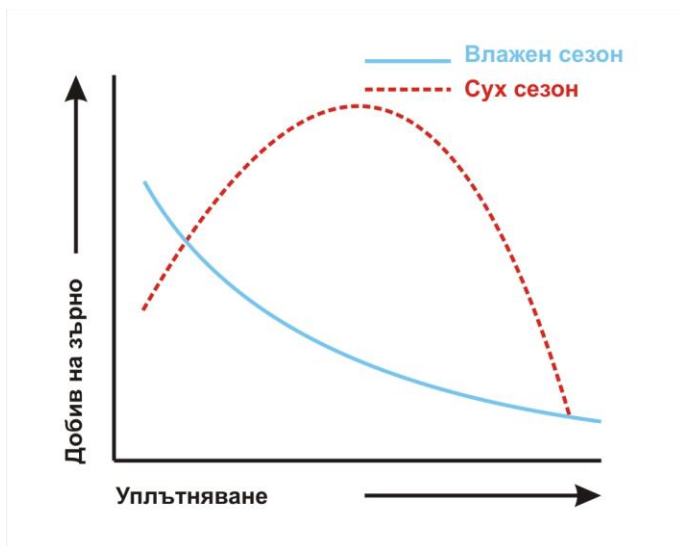
Слабо уплътнената почва може да ускори процеса на покълване на семената, защото улеснява добрия контакт между семената и почвата. Умереното уплътняване може да доведе до намаляване на загубите на вода в почвата в резултат на изпаряване и следователно, предотвратяване на изсъхването на почвата основно около засетите семена. По принцип редосеялките са проектирани специално да осигуряват умерено уплътняване, с монтирани на сеялката притъпкващи колела, които следват поставянето на семената в почвата.



**Фиг. 1. Симптоми на азотна недостатъчност при царевичата.**



**Фиг. 2. Симптоми на калиева недостатъчност при царевичата.**



**Фиг. 3. Промяна на добивите в зависимост от нивото на уплътняване при влажни и сухи почви (адаптирано от Soane et al., 1994).**

Почви със средна текстура и обемна плътност от  $1.2 \text{ t/m}^3$ , са подходящи за растежа на кореновата система на растенията. [Забележка: обемната плътност от  $1.2 \text{ t/m}^3$  е сравнима с тази на почва, в която има следи от верижни превозни средства след вторична оран.] Коренова система на растения, която се развива в почва със средна текстура и обемна плътност около  $1.2 \text{ t/m}^3$ , вероятно няма да покаже висока степен на разклоняване или образуване на вторични корени.

В този случай, умереното уплътняване на почвата може да засили разклоняването на корените и образуването на вторична коренова система, която дава възможност корените да търсят нови хранителни вещества. Това е особено важно за приема на слабо подвижните хранителни елементи като фосфора.

## Нежелани въздействия

Прекомерното уплътняване на почвата пречи на растежа на корените и следователно ограничава обема почва, използвана от тях. Това от своя страна може да намали способността на растенията да приемат хранителни вещества и вода. От гледна точка на производството на земеделска продукция, неблагоприятният ефект от уплътняването на почвата върху повърхностния водния отток и задържането на водата в коренообитаемия почвен слой, може да е по-сериозен отколкото директния ефект от уплътняването върху растежа на корените.

В периодите, характерни със силно засушаване, уплътняването на почвата може да доведе до наличие на закърнели, изсъхнали растения, като причината за това е намален растеж на кореновата система. Без навременно доставяне на вода в почвата (чрез валежи или напояване) и подходяща употреба на минерални и/или органични торове, неминуемо ще се стигне до намаляване на добивите. Уплътняването на почвата в години с много валежи намалява съдържанието на почвения въздух а от там и аерацията на почвата. Това води до интензифициране на денитрификацията (загуба на нитратен азот в атмосферата). Може да се получи и азотна или калиева недостатъчност, предизвикана от уплътняването на почвата (**виж Фиг. 1 и 2**). Растенията изразходват енергия за усвояване на калия. Намалената почвена аерация влияе върху кореновия метаболизъм. Увеличава се и рискът от поява на заболявания по растенията. Всички тези фактори водят до допълнително стресиране на растенията, и в крайна сметка загуба на добиви.

Научни изследвания от Северна Америка и Европа показват, че културите реагират на уплътняването на почвата както е показано на **Фиг. 3**. В годините със засушаване, при много ниска обемна плътност, добивите постепенно нарастват с нарастване на уплътняването на почвата. Скоро те достигат максимални нива, при които уплътняването на почвата е оптимално за специфичната култура и климатични условия. Когато уплътняването на почвата, обаче, продължава да нараства след оптималните стойности, добивите започват да спадат. При дъждовно време добивите намаляват при всяко увеличаване на почвеното уплътняване.

## Причини за уплътняване на почвите

Има няколко причини, природни и човешки, които водят до уплътняване на почвите. Такава причина може да бъде голямата маса на тракторите, комбайните и другите земеделски машини, но може да е и нещо съвсем малко, като дъждовна капка. (**Фиг. 4**).

Основните причини за уплътняване на почвата са следните



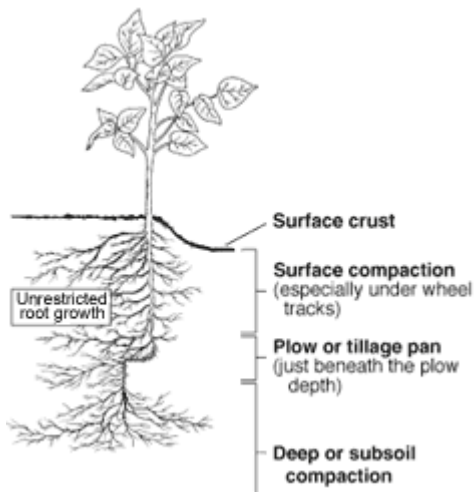
Фиг. 4. Напукване на почвата вследствие разрушаване структурата на почвата

**Влияние на кинетичната енергия дъждовните капки** – Това със сигурност е естествена причина за уплътняване на почвата, което след премахване на въздействието изглежда като почвена кора (обикновено с дебелина по-малка от 1,5 cm на повърхността на почвата). образуването на кора е вредно явление, която може да не допусне израстването на млади кълнове. Окопаване чрез използване на машини с ротационни работни органи често спомага за намаляване образуването на почвена кора. Влиянието на разрушителната сила на кинетичната енергия на дъждовните капки, особено върху изорани почви трябва да се разглежда като особено опасен случай, който непосредствено води до поява на водна ерозия.

**Оран** – Ежегодното изораване на почвата с лемежни плугове или дисковане на същата дълбочина ще доведе за някои почви до наличие на уплътнени слоеве, непосредствено под дълбочината орния слой. Обикновено, уплътненият слой е сравнително тънък (5- 8 cm), и може да не окаже влияние върху растежа и развитието на културните растения, а от там и на добивите. В такива случаи проблемът може да бъде решен чрез промяна дълбочината на обработка с течение на времето или чрез различни видове оран.

**Движение на колесни превозни средства** по повърхността на почвата. Това несъмнено е най-сериозната причина за уплътняване на почвата. С нарастване на размера на стопанствата, времевият прозорец за извършване на тези операции често е ограничен. Тежестта на тракторите се е увеличила от по-малко от 3 тона през 1940-те години до приблизително 20 тона днес, за големите агрегати с 4 x 4 схема на задвижване. Това е предмет на специално внимание, тъй като сеитбата на пролетните култури често се извършва преди почвата да е в оптимална влажност, за да издържи на масата на тежкото оборудване, използвано за сеитба. Т.е. носещата способност на почвата е силно намалена и се уплътнява силно.

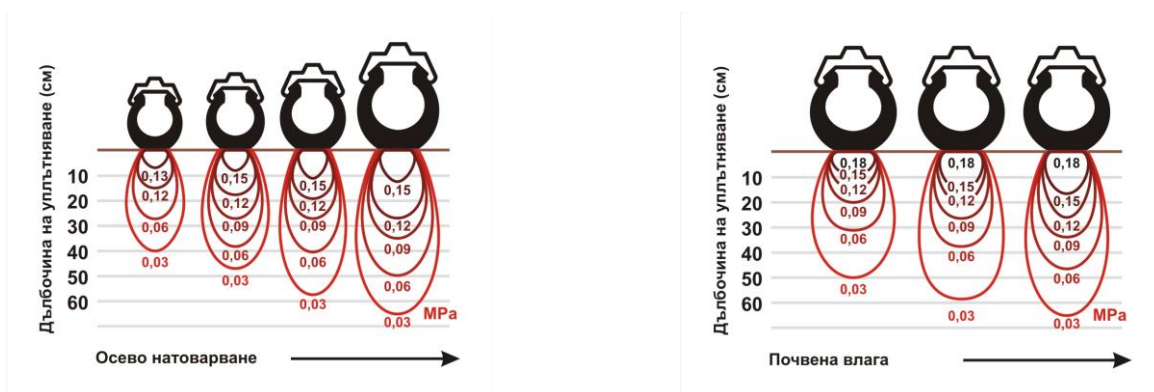
**Минимален сеитбооборот** – Тенденцията към намаляване на значението на сеитбооборота има две въздействия: 1.) Ограничаване на влиянието на различните коренови системи и положителният им ефект върху разбиване на уплътняването в дълбочина, и 2.) Увеличен потенциал за уплътняване в началото на всеки сезон, поради увеличен брой преминавания по повърхността на почвата, които в повечето случаи са неконтролирани.



Фиг. 5. Намален растеж на кореновата система поради уплътняване на почвата, причинено валежите, обработката на почвата и преминаване по повърхността на почвата при влажни почви. Източник: Управление на уплътняването на почвите Серия 2. Служба за изнесени услуги на Университета в Минесота, BU-7400

### Влияние на влажността на почвата и осевото натоварване върху дълбочината на уплътняване на почвата

По-големите осеви натоварвания и влажните почви увеличават дълбочината на профила на почвеното уплътнение. Уплътнение, причинено от осеви натоварвания (по-големи от 10 тона на ос) върху влажни почви може да достигне до дълбочина от над 0,60 m (Фиг. 6 и 7). Тъй като това е доста под дълбочината на нормалната оран, има вероятност уплътнението да се запази по-дълго, в сравнение с уплътнението на плитките слоеве, което може до голяма степен да бъде премахнато с дълбоката оран.



Фиг. 6 и 7. Дълбочина на уплътняване при увеличаване на (6) осевото натоварване и (7) почвената влага (Адаптирано от Soehne, 1958).

Проучване, проведено в Ламбертън, Минесота (Voorhees et al., 1986) илюстрира този ефект. Глинесто-песъчлива почва в Николет беше уплътнена с 10 и 20-тонови тежести. При суха

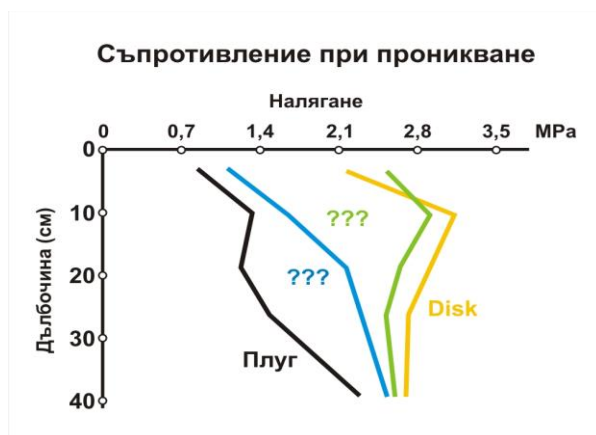
почва увеличаването на плътността беше ограничено само в горния 30 сантиметров слой, като на 45 см не се забелязваше промяна в плътността. При мокра почва 20-тоновата тежест уплътни почвата на повече от 45 см дълбочина. При същите условия за глинесто-песъчлива почва в Уебстер, Уасака 20-тоновата тежест увеличи плътността поне до дълбочина около 60 см).

Общото осево натоварване, както и контактния натиск между гумата и почвата, оказват влияние върху уплътняването на подпочвения слой. В исторически план, с нарастването на теглото на машините нараства и размерът на гумите. Това води до избягване на драстично увеличаване на контактния натиск.

## ПОВЪРХНОСТНО УПЛЪТНЯВАНЕ

### Уплътняване, появило се в резултат на приложена дълбока оран

Уплътнение, появило се в резултат на натиск от масата на машините по-малко от 10 t на ос, обикновено засяга само горния 30-сантиметров слой на почвата. В тази зона то може да бъде отстранено с класическа обработка на уплътнения слой. Макар че следите от гуми са най-честата причина за повърхностно уплътняване, те в никакъв случай не са единствената причина. Едрите животни и машините за обработка на също могат да доведат до уплътняване.



**Фиг. 8. Непропускливост на почвата след 10 години непрекъсната обработка за 4 вида оран. почвата**

След десетгодишна обработка на царевица, отглеждана върху глинесто-песъчлива почва в Уасака (Bauder et al., 1981), чрез дисковане, проучването показва, че малко под нивото на обработката  $\approx 10$  см, се е образувал уплътнен слой (Фиг. 8). Якостта на почвата е регистрирана чрез конусен пенетрометър. Най-голяма сила, необходима за проникване в най-горните  $\approx 28$  см, е измерена за парцела, обработен еднократно чрез дисковане през пролетта. Лекият двоен диск проникна само в горните 8 см на почвата. На дълбочина под 10 см, устойчивостта на проникване на диска е равна или по-голяма от измерената при липса на оран, а двете измервания

sa значително по-големи от тези при оран с плуг или обработка чизел култиватор на дълбочина от 0 до 30 cm.

При проучванията върху глинесто-песъчливи почви в експерименталната ферма Санд Плейн, в Бекер, Минесота, сравняващи а обработка без обръщане на пласта, оран с луг, обработка с прорязване и обработка на ивиците между браздите, както и при подобни проучвания в Арлингтън, Уискосин Wisconsin, сравняващи обработка с прорязване, с плуг и обработка на ивиците между браздите, най-голяма устойчивост на проникване на дълбочина 0- до 30 cm се получи при обработка без обръщане на пласта.

И в двете проучвания се забеляза образуване на вдлъбнатина малко под дълбочината на оранта. Проучването в Уискосин установи, че при колесен транспорт няма голяма разлика в устойчивостта на проникване при различните системи на оран. Уплътняването на почвата в резултат на колесен транспорт има тенденция да намали ефекта от обработката на почвата върху устойчивостта на проникване.

## РЕАКЦИЯ НА РАСТЕНИЯТА КЪМ ПОВЪРХНОСТНОТО УПЛЪТНЯВАНЕ

Влиянието на уплътняването върху растежа на растенията и добивите зависи от вида на отглежданите култури и условията на околната среда. Като цяло, при липса на валежи уплътняването е полезно, но при по-висока влажност, то намалява добивите. Реакцията на различните видове култури като соя, царевица, пшеница, картофи и захарно цвекло по отношение на повърхностното уплътняване е проучена в Минесота и съседните щати.



Фигура 9. Намалено проникване на вода в почвата, там където е контактувала ходовата система на машините по повърхността на почвата.

## ЕРОЗИЯ

Уплътняването в повърхностния слой почва може да увеличи водния отток, като по този начин увеличава загубите от изнасяне на почва и вода.

Когато уплътненият слой се обработва с плуг или чизел, обаче, полученият повърхностен слой от големи по размер почвени агрегати може да намали оттока и



ерозията. Макар че звучи противоречиво, и двата резултата са възможни, в зависимост от почвата и условията.

## **Съвети за уплътняване на почвата**

### **Общи констатации**

1. За една година, почти 90% от площта на един блок се уплътнява при нормални операции, използващи конвенционална система на обработка.
2. Уплътняването може да намали добивите до 60% в зависимост от дълбочината и степента му.
3. Уплътняването остава до 9 години, когато е много силно и дълбоко в почвата; най-често остава от три до четири години.
4. Проучванията показват, че 80% от уплътняването на почвата от колесни средства се получава при първото преминаване на гумите.
5. В проучване в Небраска в края на 80-те години се показва, че около 40% от площите са имали уплътняване на почвата. Само около 10% от нивите са имали уплътняване достатъчно сериозно, за да причини намаляване на добивите.

### **Специфични констатации**

6. Неправилно регулирани притъпкващи колела могат да уплътнят почвата около семето, ограничавайки значително растежа на корените в горните 10 cm почва. Това е важи особено при дъждовни условия.
7. Междуредовата обработка на почвата по време на растеж разкъсва корените на растенията, увеличава изпаряването на водата от почвата, а това наистина води до значително намаляване на добивите.
8. Тежките осеви натоварвания могат да създадат уплътняване на дълбочина 1 m.
9. Четвъртокласните пътища често имат ограничения на осевото натоварване от 10 тона, докато големите комбайни или транспортните агрегати за прибиране на зърно, когато са напълно натоварени, могат да достигнат осево натоварване до 40 тона.
10. Ограничаването на колесния трафик в определени изици в полето е отличен начин за контролиране на уплътняването.
11. Добавянето на двойни гуми, течности към гумите или колесни или предни тежести увеличава осевото натоварване и потенциала за уплътняване.
12. Дълбокото уплътняване се контролира основно от осевото натоварване, докато повърхностното натоварване се контролира от контактното налягане гума-почва.
13. Двойните гуми, в сравнение с единичните, намаляват контактното налягане гума-почва, но увеличават общата площ на почвата, която се уплътнява.

14. Машините за обработка на почвата, както и колесният трафик, могат да причинят уплътняване.
15. Ниските стойности на уплътняването може да подобри теглителната сила и да намали буксуването.
16. Оборудването за прибиране на реколтата е по-тежко от това за обработка на почвата, сеитба и по-голямата част от оборудването за наторяване, следователно, то причинява най-голямо уплътняване на почвата.
17. Продълбочаването на почвите, когато те отговарят на или надхвърлят капацитета на обработваемия участък може да създаде по-голямо уплътняване, вместо да го елиминира.
18. Продълбочаването, последвано от „обичайните“ полски операции, лесно може да преуплътни почвата до същите или по-високи нива на обемна плътност и якост на почвата преди продълбочаването.
19. Разходите за продълбочаване са обикновено между 5-8 лв/дка.
20. Дълбоката оран на силно уплътнена почва може да изисква 32 – 53 kW мощност на работен орган за достатъчно разбиване на уплътнения почвен слой.
21. Дълбоката оран трябва да е 50% по-дълбока от дъното на уплътнения почвен слой.
22. Обработката на почвата без обръщане на пласта е добър вариант за намаляване на уплътняването, защото тя елиминира много полски операции и дава повече гъвкавост на необходимите полски операции, като по този начин се избягва колесния трафик върху мокри почви.
23. За намаляване на уплътняването при прибиране на реколтата, се препоръчва разтоварете зърното от комбайна в края на блока или в ивицата за движение определена за тази цел, а не просто в движение.

## **Почвена среда и наличност на вода за растенията**

24. Уплътняването на почвата зависи от строежа и, обемната плътност, водния статус и масата на уплътняващото тяло — машини, хора, животни.
25. Средно текстурирани почви, в които има смесица от пясък, тиня и глинени частици са по-склонни към уплътняване, отколкото почви от чист пясък, тиня или глина.
26. Почвите са най-податливи на уплътняване, когато водния статус на почвата е близо до ППВ.
27. Повтарящи се цикли на замръзване и разтопяване през зимата могат ефективно да елиминират повърхностното уплътняване в горните 10 см на почвата.
28. Пасящите животни върху суха или замръзнала почва не създават уплътняване.
29. Оставянето на растителните остатъци върху или близо до повърхността на почвата ще спомогне да се „абсорбира“ част от уплътняващия натиск от колесния трафик.

30. Пукнатините, които се получават в сухата почва служат като канали за растежа на корените, проникването на водата до по-голяма дълбочина в уплътнената почва.
31. Тензиометрите, използвани при съставянето на график за напояването, често дават грешни показания, защото корените отсъстват на дълбочината на тензиометъра и не могат да извличат вода, следователно, тензиометрите отчитат достатъчно количество вода, а растенията са в стрес.
32. Уплътняването се измерва по отношение на обемна плътност и якост на почвата. Измерената якост се влияе от съдържанието на вода в почвата, но обемната плътност не се влияе от него.
33. Сухите почви може да са твърди, но това не показва непременно, че почвата е уплътнена.
34. Почвите, които естествено имат висока обемна плътност, не могат да бъдат подобрени чрез продълбочаване.
35. Уплътняването на изораната зона може да увеличи оттичането на водите и почвената ерозия върху стръмен участък.
36. Песъчливата почва може да се подобри от малко уплътняване, защото ще се забави оттичането.
37. Създаването на почвена кора е вид уплътняване: - то е в по-голяма степен, когато не се задържат растителните остатъци върху почвата.
38. Водата вероятно няма да стигне до края на отточния слой, поне не при първото напояване; при прилагане на напояване по браздит, която е обработена с дълбока оран.
39. Каналите, създадени от корени и червеи не се нарушават при безоранната система, така че те могат да бъдат използвани като пътища за израстване на нови корени и движение на вода и хранителни вещества през уплътнените почвени слоеве.

## **Реакция на растенията и управленски стратегии**

40. Уплътняването може да повлияе на храненето на растенията, на борбата с вредителите, както и на растежа на културите.
41. Има много алтернативи за намаляване или елиминиране на уплътняването на почвата — сеитбооборот, намален брой на обрботките, контролиран колесен трафик, увеличено съдържание на органично вещество в почвата, недопускане работа на машини във влажни почви.
42. Има много очевидни симптоми на уплътняване на почвата, които могат да бъдат наблюдавани в нивите — тъмни ивици в почвата, събиране на водата, ускорен отток, необходимост от увеличена мощност, допълнителна почвена влага, късно поникване и растеж на културите, цвят на културите, ненормално развитие на корените, и ранен стрес за вода при растенията.
43. Нарастването на добивите след продълбочаване зависи от влагата и/или напояването; Колкото повече вода има в наличност, толкова по-малко е увеличаването на добивите в следствие на продълбочаване.

44. Уплътняването на почвата може да бъде идентифицирано чрез измиване на корените, изкопаване на дупки в нивата близо до крайния ред и използване на твърдомер или почвена пробка.
45. Лекото или умерено уплътняване не влияе на добивите; за намаляване на бъдещо уплътняване, обаче, трябва да бъдат променени практиките на контрол.
46. За да се определи дали уплътняването на почвата е проблем, трябва да се провери визуално как нарастват корените на растенията.
47. По-доброто решение е ако се поиска съвет за отстраняване на уплътняването на почвата преди да се вземе скъпо струващо решение за действие или бездействие.