

Доц. д-р Божидара Младенова  
ИПАЗР “Н.Пушкаргов”

## ПОЛИВЕН РЕЖИМ ПРИ ВОДЕН ДЕФИЦИТ

### IRRIGATION SCHEDULE UNDER CONDITIONS OF WATER DEFICIT

Assoc. Prof. Bogidara Mladenova, PhD  
ISSAPP “N. Poushkarov”

***Summary:** The water deficit in dependence of its acuteness, continuation and individual growth periods influences on yield in varying degrees negatively. By this reason it is necessary to optimize the irrigation schedules under conditions of limited water supply, so to obtain the highest possible yield or profit. The irrigation schedules in dependence of limited water supply and grower priority are distinct on three kinds: the most expedient irrigation schedule from biological viewpoint in dependence of available water supply, economic optimum irrigation schedule in dependence of concrete economic conditions and the most expedient irrigation schedule from economic viewpoint in dependence of available water supply. The special notice is taken of principles for irrigation rates decrease in different individual growth periods because of the yield response to water deficit is different during them.*

Нашата страна разполага с ограничени водни ресурси, поради което ефективното им използване е изключително актуален проблем. В бъдеще се очаква водният дефицит да нараства още, поради установената вече тенденция на повишаване на температурата на въздуха и съпровождащите я климатични промени. В поливното земеделие воден дефицит може да се породи не само от физически недостиг на вода, но и от нейната недостъпност, дължаща се на висока цена, енергийни и организационни проблеми, ограничена пропускателна способност на каналната мрежа през сухите и горещите летни месеци, аварийни ситуации и др.

В поливната практика под воден дефицит се разбира недостига на поливна вода за обезпечаване на напоителната норма на дадена култура или сумата от напоителни норми при група култури.

В научен аспект под воден дефицит се разбира спадане на съдържанието на почвена влага под нивото на оптималната предполивна влажност, в резултат на което водоосигуряването на посева се

затруднява, растежът и развитието се забавят, добивът намалява.

Водният дефицит се характеризира с острота, продължителност и време на проявление. Остротата на водния дефицит се определя от степента на изчерпване на почвената влага в интервала между оптималната предполивна влажност и влажността на увяхване, като се увеличава с приближаване до стойността на последната. Колкото по-продължителен и по-остър е водният дефицит, толкова по-голям е неговият негативен ефект върху добива. За този ефект от изключително голямо значение е и времето на проявление. От изследвания на наши и чужди учени (1,2,5) е известно, че еднакъв по острота и продължителност воден дефицит, но допуснат през различни периоди от развитието на посева, води до съществени различия в загубата на добив. При това тези растежни периоди не винаги се припокриват с познатите фенофази. Всяка една от тези характеристики, както и комбинацията между тях, определят степента на поражения върху добива. Независимо от вида и причините,

породили водния дефицит, за да се гарантира максимална ефективност на наличната/достъпната поливна вода е важно тя да се разпредели най-рационално по поливки и растежни периоди. В тази връзка получаването на устойчиви добиви зависи не само от отглеждането на земеделските култури при поливни условия, а и от провеждането на целенасочено, научно обосновано напояване.

Целта на настоящата статия е да се разграничат видовете поливен режим при воден дефицит и възможностите за тяхното оптимизиране в зависимост от наличния воден ресурс, приоритетите и условията при производство и реализация на земеделската продукция.

Под придобилия популярност израз “управление на поливния режим” се разбира по изкуствен път, чрез подаване в определени моменти на определени порции поливна вода да се поддържа съдържанието на почвена влага в определени граници:

- когато съдържанието на почвена влага се поддържа в рамките на леснодостъпната се реализира биологически оптимален поливен режим. Прилага се, когато целта на производителя е получаване на максимален добив и при условие, че поливната вода е достатъчна да обезпечи биологически оптималната напоителна норма или сума от напоителни норми при група култури. Този поливен режим не е предмет на настоящата дискусия;

- когато се допусне, целенасочено или не, съдържанието на почвената влага да падне под нивото на оптималната предполивна влажност и леснодостъпната влага е изчерпана, се реализира поливен режим при воден дефицит.

Под израза “оптимизиране на поливния режим при воден дефицит” се разбира научнообоснованото му управление, при което наличната/достъпната напоителна норма така се разпределя по култури и растежни периоди, че да се максимализира даден показател: добив, чист доход и т.н., а допусканият воден дефицит е планиран и контролиран.

Оптимизация може да се извършва не само при оперативното управление на поливния режим, а и при ползване на поливни схеми, по които да се напоява.

При тяхното оптимизиране се внася известна условност, защото не се знае действителната динамика на почвената влага през вегетацията на културата, а само на базата на обективни показатели се търси най-доброто решение. Оптимизирането на поливните схеми може успешно да се прилага преди поливния сезон, при планиране на необходимите за напояване водни количества, когато предварително се знае, че поливната вода ще бъде ограничена.

### **Видове поливен режим при воден дефицит**

В зависимост от наличния воден ресурс и приоритета на производителя се разграничават следните видове поливни режими при воден дефицит:

**I. Биологически най-целесъобразен поливен режим (1,2,5)** - прилага се, когато целта на производителя е получаване на възможно най-висок добив при условие, че поливната вода не е достатъчна да обезпечи биологически оптималната напоителна норма. В този случай се налага да се редуцират отделните поливни норми до елиминиране на водния дефицит, получен от разликата между биологически оптималната напоителна норма и наличната поливна вода. Новополучената по-ниска напоителна норма винаги формира по-нисък от максималния добив при равни други условия. Редуцирането на поливните, респективно напоителната норма може да се осъществи по различни начини:

1. Всички поливни норми се редуцират в еднаква степен. За целта водният дефицит се разделя на броя на поливките и с полученото количество вода се намалява всяка поливна норма. Този начин е лесен за изчисляване и прилагане, но главен и много съществен негов недостатък е елиминирането на различната чувствителност на отделните растежни периоди и съответно възможността да се оптимизира поливния режим в рамките на един сезон;

2. Поливните норми се редуцират съобразно чувствителността на отделните растежни периоди към напояване. В случая тези растежни периоди са разграничени единствено по различното нега-

тивно влияние върху добива на изравнен по острота и продължителност воден дефицит, допускан през отделни етапи от развитието на културата. Това означава, че еднакви по големина напоителни норми, в зависимост от разпределението им през поливния сезон, формират различни добиви при равни други условия. Основно предимство на метода е, че позволява лимитирано количество вода да бъде приложено предимно през почувствителните за сметка на по-слабо чувствителните периоди и по този начин да се увеличи ефекта от напояване.

Редуцирането на поливните норми се извършва по избран показател, който отразява различната чувствителност на растежните периоди към воден дефицит. За тази цел растежните периоди се степенуват за приоритетно напояване във възходящ или низходящ ред на стойностите на този показател и последователно, съобразно получения ред от големината на съответните поливни норми се отнемат по 10 mm до елиминиране на водния дефицит. Получените поливни норми са различни през отделните периоди, като е допустимо при неефективност или достигане на много ниски стойности и невъзможност да бъдат реализирани по технически причини и напълно да отпаднат поливки през някои от тях. Освободеното количество поливна вода може да се пренасочи към други поливки, подавани през по-чувствителни периоди, като редът на увеличаване на съответните поливни норми е обратен на реда на редуциране. В случая еднакъв недостиг на поливна вода винаги води до по-малки загуби на добив в сравнение с равномерното редуциране на поливните норми.

При прилагане на метода могат да бъдат избрани различни показатели:

- общи познания за чувствителността към воден дефицит - растежните периоди се степенуват условно, като най-чувствителния, наречен още критичен, се номерира с единица, а останалите се подреждат във възходящ ред. Показателят е качествен и не дава възможност за количествени прогнози на загуби. Не е подходящ и при оптимизиране на поливните режими на група култури, поради несъпоставимост между броя на растежните периоди.

За прилагането му е необходима консултация с експерт;

- средна продуктивност на поливната вода - показва какъв е средния прираст, дължащ се на един кубичен метър поливна вода от подадената напоителна норма. Изчислява се за гама поливни/напоителни норми, различаващи се най-целесъобразно с 10 mm в рамките на максималната напоителна норма. Това е количествен показател, който косвено включва чувствителността на отделните растежни периоди. Дава възможност за прецизно подреждане на поливките за редуциране, включително и при повече култури, както и за прогноза на загубите от добив. Поради трудоемкост на изчислителните операции и при многократно прилагане е необходима специална програма;

- маржинална продуктивност на поливната вода - показва какъв е средния прираст от всеки кубичен метър на всяка следваща порция поливна вода в рамките на максималната напоителна норма. Изчисляването на маржиналната продуктивност на поливната вода (маржинален продукт) се извършва на базата на прогнозираната разлика в увеличението на добивите при нарастване на напоителната норма, най-целесъобразно с 10 mm, до достигане на стойността на максималната за дадената култура и почвено-климатичните условия. Това също е количествен показател, който косвено включва чувствителността на отделните растежни периоди. Има всички предимства на средната продуктивност на поливната вода, но е с по-голяма разграничителна способност, особено при повече култури. Това го прави по-подходящ за определяне на икономически оптималните поливни и напоителни норми. Поради по-голяма сложност и трудоемкост на изчислителните операции при многократно прилагане също е необходима специална програма.

**II. Икономически оптимален поливнен режим (3,4,6)** – прилага се, когато целта на производителя е получаване на максимална печалба и при условие, че поливната вода е достатъчна да обезпечи икономически оптималната напоителна норма. За установяването на икономически оптималния поливнен режим е необхо-

димо да се определи икономически оптималната напоителна норма, а при наличие на определена допълнителна информация и икономически оптималните поливни норми по растежни периоди.

Икономически оптимални поливни и напоителни норми са тези норми, които осигуряват максимална печалба от единица площ. Определянето на икономически оптималните поливни и напоителни норми има съществено значение в условия на пазарна икономика, където целта на производството е по-висока печалба, а не добив. При икономически оптималните поливни и напоителни норми приходите от допълнително формираната от напояване продукция и разходите за напояване се изравняват.

Икономически оптималната напоителна норма може да се определи чрез:

1. Съпоставяне на общия приход от допълнително формираната от напояване продукция и разходите за напояване. За целта е необходимо да се извърши прогноза на добивите на базата на зависимости “добив-напоителна норма” и съпоставяне на прогнозните приходи с прогнозните разходи. Предимство на метода е, че за повечето отглеждани в страната култури има необходимата информация. Съществен недостатък е, че няма точен отговор как се разпределя икономически оптималната напоителна норма през вегетационния сезон. При единствено възможния начин чрез равномерно редуциране на всички поливни норми не се отчита чувствителността на отделните растежни периоди към воден дефицит и се намалява икономическата ефективност.

2. Съпоставяне на маржиналния стойностен продукт с разходите за подаване на  $1\text{m}^3$  поливна вода. Най-общата дефиниция за маржинален стойностен продукт е допълнителен приход от всяко следващо увеличение на разходите при условие, че останалите фактори остават неизменни. В случая маржиналният стойностен продукт представлява допълнителния приход от нарастване на добива, дължащо се на всяко следващо увеличение на напоителната норма, респективно разходите за неговото реализиране, при условие че всички останали разходи за агротехнически мероприятия

остават непроменени. Икономически оптималната напоителна норма чрез използването на маржиналния стойностен продукт може да се определи:

- директно - на базата на зависимости “добив-напоителна норма”. И тук недостатък е, че не се знаят икономически оптималните поливни норми;

- косвено - на базата на зависимости “добив-поливна норма” и сумиране на получените икономически оптимални поливни норми. При тяхното определяне е възможно да отпадат поливки поради икономическа нерентабилност на напояването през съответните растежни периоди или поради достигането на много ниски стойности на поливната норма и невъзможност да бъде реализирана по технически причини. Предимство на метода е, че се знаят икономически оптималните поливни норми, което е предпоставка за по-голяма точност при установяване на икономически оптималния поливен режим, както и за следващо оптимизиране на икономическа основа, ако настъпи по-остър воден дефицит. Недостатък е, че за някои отглеждани в страната култури няма необходимата информация.

При наличие на пълна информация е препоръчително да се приложат и двата метода, защото чрез съпоставяне на получените резултати се гарантира по-голяма точност. Използването на двата метода може да доведе до получаване на повече от една стойност за икономически оптимална напоителна норма и да се оформи диапазон на вариране. Варирането на икономически оптималната напоителна норма не трябва да превишава 20-30 mm, защото в противен случай се налага субективно мнение при вземане на управленско решение. Всяка поливна/напоителна норма, по-висока от икономически оптималната е нерентабилна и всяка поливна/напоителна норма, по-ниска от икономически оптималната води до загуби на добив.

Характеристики на икономически оптималната поливна/напоителна норма:

1. Икономически оптималната поливна/напоителна норма варира в широк диапазон в зависимост от изкупната цена на земеделската про-

дукция и цената на поливната вода (разходите за напояване).

- по-ниската изкупна цена на земеделската продукция предопределя по-малка икономически оптимална поливна и напоителна норма.

- по-високата цена на поливната вода и по-големия разход за напояване предопределя по-малка икономически оптимална поливна и напоителна норма.

2. Икономически оптималната поливна норма зависи от чувствителността на растежния период към воден дефицит, като е по-голяма в по-силно чувствителните периоди.

След определяне на икономически оптималната напоителна норма има две възможности:

- икономически оптималната напоителна норма е равна на биологически оптималната или биологически и икономически оптималният поливен режим съвпадат. Възможно е при силно влаголюбиви култури и благоприятна икономическа среда. Реализира се както максимална печалба, така и максимален добив;

- икономически оптималната напоителна норма е по-малка от биологически оптималната. Това е най-вероятната възможност. При нея икономически оптималният поливен режим се провежда в условия на планиран воден дефицит. Реализира се максимална печалба, но понисък от максималния добив.

**III. Икономически най-целесъобразен поливен режим (3,4,6)** - прилага се, когато целта на производителя е получаване на възможната най-висока печалба при условие, че поливната вода не е достатъчна да обезпечи икономически оптималната напоителна норма. Икономически най-целесъобразният поливен режим винаги се провежда в условия на воден дефицит, като стремежът е той да бъде допускан през по-слабо чувствителните растежни периоди. Редуцирането на икономически оптималните поливни норми се извършва до елиминиране на водния дефицит или изравняване на икономически оптималната напоителна норма с наличната поливна вода. В зависимост от начина на определяне на икономически оптималните полив-

ни норми редът на редуцирането им се определя по следния начин:

1. Поливни норми, определени на базата на равномерното разпределение на напоителната норма през поливния сезон е възможно да се редуцират равномерно или съобразно чувствителността на отделните растежни периоди към недостатъчно водоосигуряване. При втория начин се внася по-голяма точност, но само от започване на редуцирането на икономически оптималните поливни норми. За сметка на това е по-сложен и трудоемък и при необходимост от многократно прилагане изисква специална програма.

2. Поливни норми, директно определени на базата на зависимостта “добив-поливна норма” се редуцират във възходящ ред на маржиналния стойностен продукт. Този начин е най-прецизен и сложен, но също поради трудоемкост изисква специална програма при многократно прилагане.

Редуцирането на икономически оптималните поливни норми може да достигне до пълно отпадане на поливка поради икономическа нерентабилност на напояването през съответния растежен период или поради достигането на много ниски стойности на поливната норма и невъзможност да бъде реализирана по технически причини. Освободеното количество поливна вода може да се пренасочи към други поливки, през по-чувствителни периоди, като редът на увеличаване на съответните поливни норми е обратен на реда на редуциране.

#### **Поливен режим на повече, конкуриращи се за напояване култури при воден дефицит**

В земеделската практика при поливни условия обикновено се отглеждат повече от една култури. При наличие на група, конкуриращи се за напояване култури е възможно да се наложат допълнителни корекции в големината на поливните и напоителните норми, както и на вида на поливния режим в зависимост от:

- недостига на поливна вода или остротата и продължителността на водния дефицит;

- растежния период и месеца на проявление на водния дефицит при всяка култура;

- стопанската значимост на всяка култура.

При наличие на група конкуриращи се за напояване култури размера на водния дефицит се установява от разликата между сумата от напоителните норми на всички напоявани култури и наличната/достъпна поливна вода. При това са възможни следните варианти:

1. Ако целта на производството е получаване на максимален добив се използва сумата от биологически оптималните напоителни норми.

2. Ако целта на производството е получаване на максимална печалба се използва сумата от икономически оптималните напоителни норми.

3. Ако при част от културите се цели максимален добив, за тях се използва сумата от биологически оптималните напоителни норми, а за останалите, при които целта на производството е максимална печалба, се използва сумата от икономически оптималните напоителни норми.

При отсъствие на дефицит, в първия вариант се провеждат биологически оптимални, във втория икономически оптимални, а в третия и двата вида поливни режими.

При наличие на воден дефицит се преминава към допълнително оптимизиране на поливните режими на напояваните култури до елиминиране на дефицита и установяване на биологически, респективно икономически най-целесъобразните режими. Оптимизацията е сведена до установяване на новите поливни норми, като всички правила и ограничения, въведени при индивидуалните поливни режими важат и тук. Разликата е, че редуцирането на поливните норми започва от тази тяхна стойност, определена при индивидуалната оптимизация на поливния режим на всяка култура.

Оптимизацията може да обхване поливните режими на всички култури или само на част от тях, ако по преценка на производителя при една или повече култури трябва да се прилагат съответните оптимални поливни режими. В такъв случай е необходимо сумата от техните поливни норми да се извади от общата сума, както и от наличното/достъпно количество вода да се приспадне това за обезпечаването им. При смесен тип

оптимизация, поливните режими на част от културите се оптимизират с цел максимизиране на добива, а на друга част – на печалбата, като в единия случай се използват биологически, а в другия икономически показатели.

Независимо дали се оптимизира поливния режим на една или повече култури, времето за напояване се определя по схеми или оперативно, в съответствие със съдържанието на почвена влага.

За научнообоснованото управление и оптимизиране на поливния режим на земеделските култури при воден дефицит е необходима разнородна и богата информация, която най-общо може да се сведе до данни за потребностите на културата от вода, чувствителността на отделните растежни периоди към воден дефицит, прогноза на добивите при реализиране на по-малка от биологически оптималната поливна, респективно напоителна норма, а при използване на икономически критерий и отражението на намалението на добива върху избрания показател съобразно реалната икономическа ситуация.

### Литература

1. Младенова, Б., 2006. Биологически и икономически най-целесъобразно напояване на соя. Международна конференция "БАЛКАНИРЕКО'06.
2. Младенова, Б., 2003. Зависимости "поливни норми-добив", валидни през основни по отношение на напояването растежни периоди от развитието на царевица за зърно. - Селскостопанска техника, 5-6.
3. Младенова, Б., 2009. Прилагане на концепцията за маржиналния стойностен продукт при определяне на икономически оптималната поливна норма. - Селскостопанска техника, 1.
4. Младенова, Б., 2009. Икономически оптимална напоителна норма. Същност, обуславящи фактори и начини на определяне. – Селскостопанска техника, 2.
5. Doorenbos, J. and all, 1986, Yield and Response to Water, FAO, Irrigation and Drainage Paper N33, Rome.
6. Gittinger, J. P., 1982. Economic Analysis of Agricultural Projects.