2.2. Режим зрошення сільськогосподарських культур

Водоспоживання сільськогосподарських культур.

Волога з поля, зайнятого сільськогосподарською культурою, для забезпечення нормального росту і розвитку її витрачається на транспірацію та випаровування. ***Коефіцієнт транспірації*** – це кількість води в метрах кубічних, що витрачається на утворення 1 т сухої речовини всієї рослини (стебло, листя, корені, зерно).

Коефіцієнт випаровування – кількість води в метрах кубічних, що витрачається на випаровування з поверхні ґрунту і транспірацію для утворення 1 ц товарної продукції (зерна, овочів, плодів, сіна та ін.)

На випаровування діють тільки фактори зовнішнього середовища, а транспірація зумовлюється впливом як зовнішніх умов, так і біологічних особливостей рослин. Визначити окрему частку випаровування і транспірації під час вегетації культури досить складно. На практиці ці дві величини визначають як одне ціле, що набагато спрощує розрахунки. Таку кількість води називають **водоспоживанням або сумарним випаровуванням.**

$$E = T + B$$

Сумарне випаровування можна визначити різними методами*: водного балансу, водного балансу монолітів, випарників, лізимерів, теплового балансу, розрахунковими.*

В останні роки поширений біокліматичний метод С.М. Алпатьєва, який ґрунтується на залежності сумарного випаровування вологи від дефіциту вологості повітря і особливостей рослин, які характеризуються коефіцієнтом біологічної кривої рослини. Розрахунок сумарного випаровування за біокліматичним методом виконують за залежністю:

$$E = k_{б.} \Sigma d,$$

E – сумарне випаровування за розрахунковий період, мм;

$k_{б.}$ – значення коефіцієнта біологічної кривої за даний період, мм/ мб;

Σd – сума дефіцитів вологості повітря за даний період.

Таблиця 10

Значення коефіцієнтів біологічних кривих

Σt°I від сходів або відновлення вегетації	*Культура*						
	Цукрові буряки	*Кукурудза*	*Озима пшениця*	*Яра пшениця*	*Томати*	*Картопля*	*Люцерна*
0…100	0,28	-	0,53	0,27	-	0,23	0,60

101…200	0,29	0,23	0,53	0,30	0,23	0,27	0,52
201…300	0,30	0,25	0,53	0,33	0,30	0,32	0,42
301…400	0,32	0,27	0,52	0,36	0,33	0,36	0,44
401…500	0,33	0,29	0,51	0,39	0,36	0,40	0,46
501…600	0,35	0,30	0,50	0,41	0,39	0,41	0,48
601…700	0,36	0,31	0,49	0,44	0,43	0,44	0,52
701…800	0,37	0,34	0,47	0,46	0,46	0,46	0,54
801…900	0,38	0,36	0,45	0,47	0,50	0,47	0,52
901…1000	0,39	0,38	0,43	0,46	0,52	0,47	0,42
1001…1100	0,40	0,40	0,42	0,44	0,53	0,47	0,44
1101…1200	0,41	0.41	0,41	0,41	0,53	0,45	0,46
1201…1300	0,42	0,42	0,37	0,40	0,52	0,44	0,52
1301…1400	0,43	0,44	0,34	0,37	0,50	0,42	0,53
1401…1500	0,45	0,45	0,30	0,34	0,47	0,39	0,53
1501…1600	0,46	0,48	0,26	0,30	0,45	0,37	0,42
1601…1700	0,47	0,49	0,23	0,27	0,42	0,35	0,43
1701…1800	0,48	0,49	0,19	-	0,40	0,35	0,45
1801…1900	0,49	0.48	-	-	0,39	0,31	0,47
1901…2000	0,49	0.46	-	-	0,38	0,30	0,49
2001…2100	0,50	0.45	-	-	0,37	0,28	0,51
2101…2200	0,49	0,43	-	-	0,37	0,27	0,52
2201…2300	0,48	0.40	-	-	0,36	0,25	0,52
2301…2400	0,47	0.37	-	-	0,35	-	0,42
2401…2500	0,46	0.35	-	-	0,35	-	0,44
2501…2600	0,45	0.32	-	-	0,35	-	0,46
2601…2700	0,43	0.29	-	-	0,34	-	0,48
2701…2800	0,42	0,26	-	-	0,33	-	0,49
2801…2900	0,41	0,25	-	-	0,33	-	0,54
2901…3000	-	-	-	-	-	-	0,52
3001-3100	-	-	-	-	-	-	0,42
3101-3200	-	-	-	-	-	-	0,46
3201…3300	-	-	-	-	-	-	0,49
3301…3400	-	-	-	-	-	-	0,52
3401…3500	-	-	-	-	-	-	0,52
3501…3600	-	-	-	-	-	-	0,42
3601…3700	-	-	-	-	-	-	0,46
3701…3800	-	-	-	-	-	-	0,49
3801…3900	-	-	-	-		-	-

Динаміка водного, повітряного та поживного режимів ґрунту.

Для нормального росту і розвитку сільськогосподарських культур необхідні одночасно світло, тепло, вода, повітря, елементи живлення. Основні вимоги сільськогосподарських культур до водно-повітряного режиму ґрунту наступні:

1. У ґрунтах завжди має бути достатній запас ефективної вологи.

Водний режим ґрунту визначається вмістом води та її витратами. Для задоволення цих вимог вологість ґрунту має бути завжди близькою до найменшої вологоємкості. Вода в ґрунті необхідна для живлення рослин, мікроорганізмів та інших живих істот, бере участь у процесах ґрунтоутворення. Вміст її залежить від глибини залягання ґрунтових вод, кліматичних і метеорологічних умов, гранулометричного складу ґрунту, рослинності тощо. У ґрунті вона досить динамічна. Зрошувальні меліорації спрямовані на створення і регулювання на полях водного режиму, що забезпечує одержання проектного врожаю сільськогосподарських культур. Отже, ***водний режим*** – це зміна запасів вологи в ґрунті залежно від процесів, пов'язаних з поступанням, витратами, рухом води та зміною її стану. Залежно від природних умов, ґрунтового покрову, виробничої діяльності людини, розрізняють такі типи водного режиму:

· ***мерзлотний тип*** – розповсюджений в місцях багаторічної мерзлоти, в тундрі, в тайгово-лісовій зоні Східного Сибіру;

· ***промивний тип*** водного режиму зустрічається в тих областях, де річна сума опадів перевищує середню річну випарність. Промивний тип характерний для тайгово-лісової зони;

· ***періодично-промивний тип*** водного режиму спостерігається в областях, в яких середня річна сума опадів орієнтовно дорівнює випарності. Зустрічається цей тип ґрунтів в лісостеповій зоні на сірих лісових ґрунтах, чорноземах опідзолених і вилужених;

· ***непромивний тип*** водного режиму розповсюджений там, де середня річна сума опадів значно менше середньої річної випарності. Цей тип водного режиму розповсюджений в степовій і пустельно-степовій зонах, характерний для чорноземів степу, для каштанових і бурих ґрунтів, сіроземів;

· ***випітний тип*** водного режиму створюється в областях, де річна випарність значно перевищує річну суму опадів;

· ***застійний тип*** водного режиму спостерігається в місцях з великою кількістю опадів і близьким заляганням ґрунтових вод.

Типи водного режиму значною мірою залежить від виду рослинності, яка обумовлює випарність значної частини вологи із ґрунту, рельєфу, що впливає на перерозподіл атмосферних опадів на поверхні ґрунту і механічного складу материнських порід, від яких залежить водопроникність і вологоємкість.

2. Має спостерігатися постійний притік повітря в грунт

Повітря займає у ґрунті незаповнені водою пори, частково адсорбується поверхнею ґрунтових частинок і розчиняється в ґрунтовій воді. Вміст його залежить від типу і окультуреності ґрунту. Хімічний склад ґрунтового повітря постійно змінюється, рослини і мікроорганізми використовують з ґрунтового

повітря кисень і виділяють вуглекислий газ. Вміст кисню в повітрі становить близько 18%, а вуглекислого газу – 0,3…1%. Обміну ґрунтового повітря з атмосферним сприяє правильний обробіток ґрунту, поліпшення структури орного шару, внесення органічних добрив, вирощування культур на зелене добриво, вапнування, застосування спеціальних структуроутворювачів, а на заболочених і перезволожених землях – осушення.

3. Поживний режим ґрунту визначається вмістом поживних речовин – азоту, фосфору, калію, кальцію, магнію, сірки та ін. Він значно залежить від типу ґрунту, водного, теплового та повітряного режимів, активності мікроорганізмів. Умови живлення рослин поліпшують застосування органічних і мінеральних добрив, правильним чергуванням культур у сівозміні, посівами бобових, раціональним обробітком ґрунту, регулюванням водного режиму.

Водний, повітряний і живильний режими взаємозв'язані і найсприятливіші для рослин тоді, коли в ґрунтах всі капілярні пори заповнені водою, а некапілярні – повітрям.

Водний баланс і режим зрошення культур.

Запаси води в ґрунті безперервно змінюються. Вони поповнюються атмосферними опадами, притоком ґрунтових і поверхневих вод, внутрішньогрунтовою конденсацією вологи і витрачаються на транспірацію рослин, на стік ґрунтових і поверхневих вод конкретного масиву. Водний баланс ґрунтів можна виразити рівнянням:

$$\Delta W = P + П_п + П_г + K - (E + Q_г + S),$$

P – атмосферні опади, мм;

$П_{п.}$ – притік поверхневих опадів, мм;

$П_{г.}$ – притік ґрунтових вод, мм;

K – внутрішньогрунтова конденсація вологи, мм;

E – випаровування з поверхні ґрунту, мм;

$Q_{г.}$ – стік ґрунтових вод, мм;

S – стік поверхневих вод, мм.

Залежно від зміни водного балансу можна передбачати зміни водно-повітряного і поживного режимів і направлено їх змінювати.

Режим зрошення – це сукупність норм, числа і строків поливу залежно від кліматичних, гідрологічних, агротехнічних, організаційно-господарських умов і біологічних особливостей рослин.

Розрізняють три види режимів зрошення:

Проектний **–** встановлюється за експериментальними даними наукових установ, проектних інститутів;

Плановий **–** відображає не тільки об'єм водоспоживання за вегетаційний період, а і необхідні витрати на воду (вартість електроенергії, заробітну плату, амортизаційні відрахування тощо):

Експлуатаційний **–** встановлюється за даними безпосередніх спостережень у польових умовах.

Режим зрошення встановлюється залежно від водоспоживання сільськогосподарських культур і наявності запасів вологи в розрахунковому шарі ґрунту на початок вегетаційного періоду. У сучасній меліоративній практиці застосовується кілька методів розрахунку поливного режиму. Найпоширеніші:

1.Біокліматичний метод С.М Алпатьєва оснований на вірогідно-статистичному аналізі багаторічних значень дефіциту водного балансу.

2.Графоаналітичний метод О.М. Костякова оснований на водно-балансових розрахунках. Знаючи опади, хід сумарного випаровування, розрахунковий шар ґрунту за періодами вегетації і встановивши запаси вологи у розрахунковому шарі ґрунту – максимальні, що відповідають НВ і мінімальні, можна аналітично і графічно визначити поливні норми і кількість поливів

3.Графічний метод з використанням кривої дефіцитів вологості розрахункового шару.

Незалежно від методів, розрахунок режиму зрошення рекомендується виконувати в такій послідовності:

• встановити величину дефіциту водного балансу (зрошувальні норми для кожної культури заданої сівозміни);

• визначити поливні норми;

• визначити число і строки поливів, тривалість кожного поливу;

• побудувати графік водоподачі (під час дощування), або графік гідромодуля (під час поверхневого способу поливу) на сівозмінну ділянку.

Методи розрахунку поливних і зрошувальних норм, строків поливу.

Поливна норма – це об'єм води, який подається на 1 га за один полив для підтримання оптимального водно-повітряного режиму в розрахунковому шарі ґрунту. Найбільш поширена формула для визначення поливної норми:

$$m = 100\ H\ \alpha(\gamma - \beta),$$

m – поливна норма, $м^3$/га;

α – об'ємна маса ґрунту, $т/м^3$;

Н – розрахунковий шар грунту, м;

Г – вологість ґрунту, що відповідає НВ, % від маси і шпаруватості ґрунту;

В – передполивний поріг вологості у шарі Н, % від вологості, що відповідає НВ

Величина поливної норми залежить від техніки і способу поливу. Під час поверхневих поливів найменша поливна норма становить 400-600 $м^3$/га, під час дощування від 50 $м^3$/га до 800 $м^3$/га.

Таблиця 11

Об'ємна маса ґрунту, т/м³

Тип ґрунтів	*Механічний склад*	*Об'ємна маса*
Чорноземи	Легкосуглинисті	1,05 – 1,16
	Середньосуглинисті	1,14 – 1,33
	Важкосуглинисті	1,15 – 1,38
Світло-каштанові	Супіщані	1,16 – 1,28
	Суглинисті	1,22 – 1,32
	Важкосуглинисті	1,34 – 1,38
Темно-каштанові	Супіщані	1,42 – 1,55
	Суглинисті	1,58 – 1,69
	Важкосуглинисті	1,28 – 1,75
Каштанові	Важкосуглинисті	1,42 – 1,55
Сіроземи	Легкі	1,5 – 1,44
	Важкі	1,4 – 1,32
Бурі	Піщані	1,7 – 1,89
	Легкосуглинисті	1,78 – 1,91
Алювіально-лугові	Важкосуглинисті	1,32 – 1,38

Зрошувальна норма – це кількість води, яку необхідно подати на 1 га за вегетаційний період для відновлення дефіциту вологи у розрахунковому шарі ґрунту і забезпечення проектного врожаю культури.

Зрошувальну норму можна визначити з рівняння водного балансу:

$$\mathbf{J_{nnt} = E - \alpha P \pm \Delta W - W_{гр} + W_{втр},}$$

E – водоспоживання, м³/га;

α P – опади, що всмокталися в грунт, м³/га;

ΔW – кількість води, що застосовується рослинами у кореневмісному шарі грунту

$$\mathbf{\Delta W = (W_n - W_к),}$$

W_n і $W_к$ – запаси вологи у ґрунті на початок і кінець вегетаційного періоду, м³/га;

$W_{гр.}$ – об'єм ґрунтових вод, що витрачається на підживлення кореневмісного шару ґрунту, м³/га;

$W_{втр.}$ – втрати зрошувальної води на поверхневий і глибинний скиди, м³/га

За біокліматичним методом Алпатьєва дефіцит водного балансу (зрошувальна норма) визначається за формулою;

$$\mathbf{Dwb. = E\gamma - P,}$$

E – випарність за декаду, мм;

γ – поправка на підживлення нижніх шарів ґрунту;

P – сума опадів за декаду, мм.

Розрахунок ведеться в табличній формі на весь вегетаційний період. Величина зрошувальних норм залежить від регіону і в середньому знаходиться в межах для культур:

- ***технічних – 2000…3600 м³/га;***
- ***зернових – 1000…3000 м³/га;***

• овочевих – 2000…6000 м³/га.

У зрошуваному землеробстві дуже відповідним є визначення числа і строків поливу. Застосовуються такі методи їх визначення:

- *за фазами росту;*
- *за морфологічними ознаками;*
- *за фізіологічними показниками;*
- *залежно від вологості і метеорологічних показників*.

Найпоширеніший метод С.М. Алпатьєва.

$$\mathbf{п = \frac{J_{nnt}(D_{wb})}{m},}$$

п – кількість поливів;

$J_{nnt}(D_{wb})$ – зрошувальна норма (дефіцит водного балансу), м³/га або мм;

m – поливна норма, м³/га.

Для визначення строків поливу будується інтегральна крива дефіциту водного балансу. На осі абсцис відкладаються декади і місяці вегетаційного періоду розрахункової культури, а по осі ординат – сумарний дефіцит водного балансу в міліметрах Для визначення дати першого поливу відкладається величина поливної норми по осі ординат. Із одержаної точки на осі ординат проводиться горизонтальна лінія паралельно осі абсцис до пересікання з інтегральною кривою. З точки пересікання опускається перпендикуляр на вісь абсцис, таким чином одержується середня дата першого поливу. Аналогічно відкладаються інші поливи.

Під час визначення довжини поливного періоду кожного поливу встановлюються допустимі відхилення від середніх значень поливних норм не більше 10 – 15%. Початок і кінець поливів визначається за формулами.

Перший полив:

$$\mathbf{П_п = m_1 \cdot 0{,}85,}$$
$$\mathbf{К_п = m_1 \cdot 1{,}15.}$$

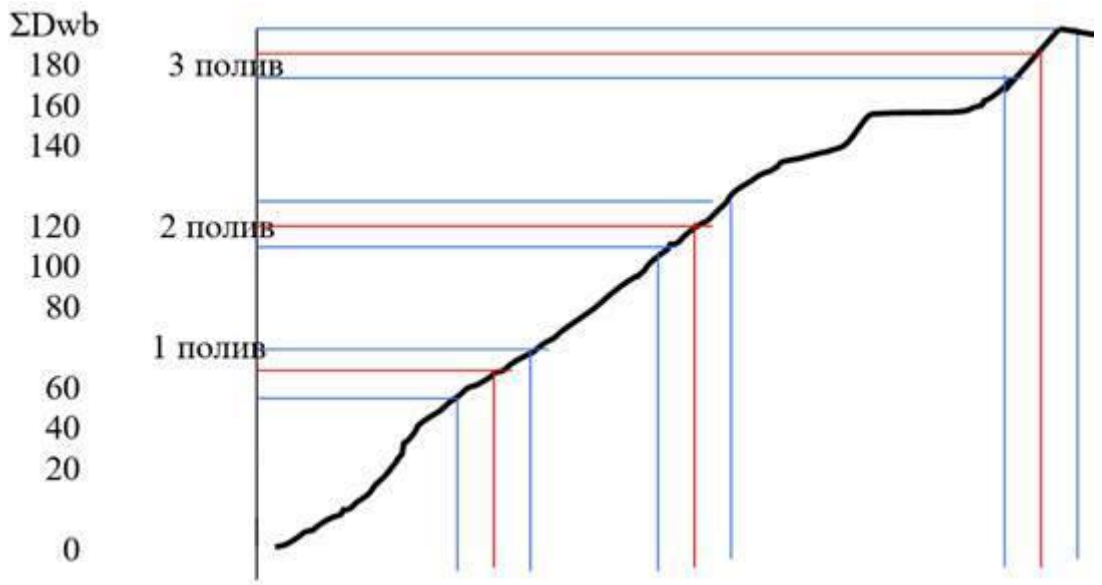
Другий полив**:**

$$\mathbf{П_п = m_1 + 0{,}85 \cdot m_2,}$$
$$\mathbf{К_п = m_1 + 1{,}15 \cdot m_2.}$$

Третій полив**:**

$$\mathbf{П_п = m_1 + m_2 + 0{,}85 \cdot m_3}$$
$$\mathbf{К_п = m_1 + m_2 + 1{,}15 \cdot m_3 \text{ і т.д.}}$$

Ці значення відкладаються на інтегральній кривій дефіциту водного балансу.



Квітень			Травень			Червень			Липень		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3

Рис. 21. Інтегральна крива дефіциту водного балансу (схема)

Види поливів.

Залежно від часу проведення всі поливи ділять на дві групи: вегетаційні і невегетаційні.

Поливи, які проводять у період вегетації рослин, називаються **вегетаційними.** До них відносяться:

- ***посадочні***, проводяться під час висадки розсади для забезпечення приживлення;
- ***підсадочні***, для укорінення висадженої розсади і її приживлення;
- ***післяпосівні***, проводять вслід за сівбою, для забезпечення своєчасних і дружніх сходів сільськогосподарських культур, які висівалися насінням;
- ***освіжувальні*** поливи (норма 50–100 м^3/га), проводяться для зниження температури повітря і підвищення його відносної вологості, в основному застосовують для овочевих культур і цукрового буряку;
- ***зволожувальні*** поливи застосовуються для створення запасу вологи у ґрунті згідно з розрахунковими поливними нормами;
- ***протизаморозкові***, для захисту сільськогосподарських культур від переохолодження.

Поливи, які проводять на полі, не зайнятому сільськогосподарськими культурами, називаються **невегетаційними**. До них відносяться:

· ***передпосівні*** – для зволоження ґрунту і одержання повних і дружніх сходів;

· ***провокаційні*** – для виклику проростання бур'янів для подальшого знищення передпосівною культивацією. Поливи проводять восени після збирання врожаю, або ранньою весною;

· ***вологозарядкові*** – проводять в осінній або ранній весняний періоди для створення запасів вологи у шарі 1,5–2 м. Норми поливу – 1200 – 2000 м^3/га.

· ***промивні*** поливи проводять в осінній або осінньо-зимовий періоди для видалення з ґрунту надлишків водорозчинних солей. Промивні поливи виконують великими нормами 2 – 6 тис. м^3/га.

Графіки гідромодуля і графіки поливів.

Режим зрошення сільськогосподарських культур, що входять до сівозміни, має враховувати режими зрошення окремих культур, ґрунтові, гідрогеологічні та інші умови кожного поля сівозміни, умови організації праці у господарстві, проведення післяполивних обробок, режим джерела зрошення. Режим зрошення зображають у вигляді графіка режиму зрошення, або графіка гідромодуля. На графіку по осі абсцис відкладають час, а по осі ординат – розрахункові витрати або ординати гідромодуля.

Для складання графіка поливів сівозміни необхідно знати площі, строки і норми зрошення окремих культур, що входять до сівозміни. Витрати води для поливу окремої культури визначають за формулою

$$\mathbf{Q=A_{nt}\, m_к \,/\, 86{,}4\, t,}$$

Q – витрати води, л/с;

A_{nt}– площа сівозміни, зайнята даною культурою, га;

$m_к$ – норма поливу, м^3/га

t – тривалість поливу, діб

За рекомендованими нормами і строками поливу встановлюють витрати води на полив кожної культури. Якщо строки поливів збігаються, то витрати води підсумовуються, при цьому графік отримується нерівномірний, його необхідно укомплектовувати.

Для великого земельного масиву, коли немає конкретних даних про площу, яку займають окремі культури, подачу води встановлюють на один осереднений гектар сівозміни. Для цього потрібно знати склад культур, частку площі, яку займає культура у сівозміні і режим зрошення кожної культури. Витрата води, необхідна для зрошення культур на одному осередненому гектарі, називається гідромодулем і визначається за формулою

$$\mathbf{q = \alpha\, m \,/\, 86{,}4\, t,}$$

q – ордината гідромодуля, л (с/га);

m – поливна норма, м^3/га;

t – рекомендована тривалість поливу, діб.

Підсумовуючи за часом ординати питомих витрат усіх культур, що входять до сівозміни, одержують неукомплектований графік гідромодуля. Укомплектовують графік режиму зрошення і графік гідромодуля за рахунок зсувів середньої дати поливу (на 2 – 5 діб), зміни тривалості поливів (у межах 3 – 10 діб) під час дотримання допустимої зміни тривалості міжполивного періоду (не більше на 3 – 4 доби).

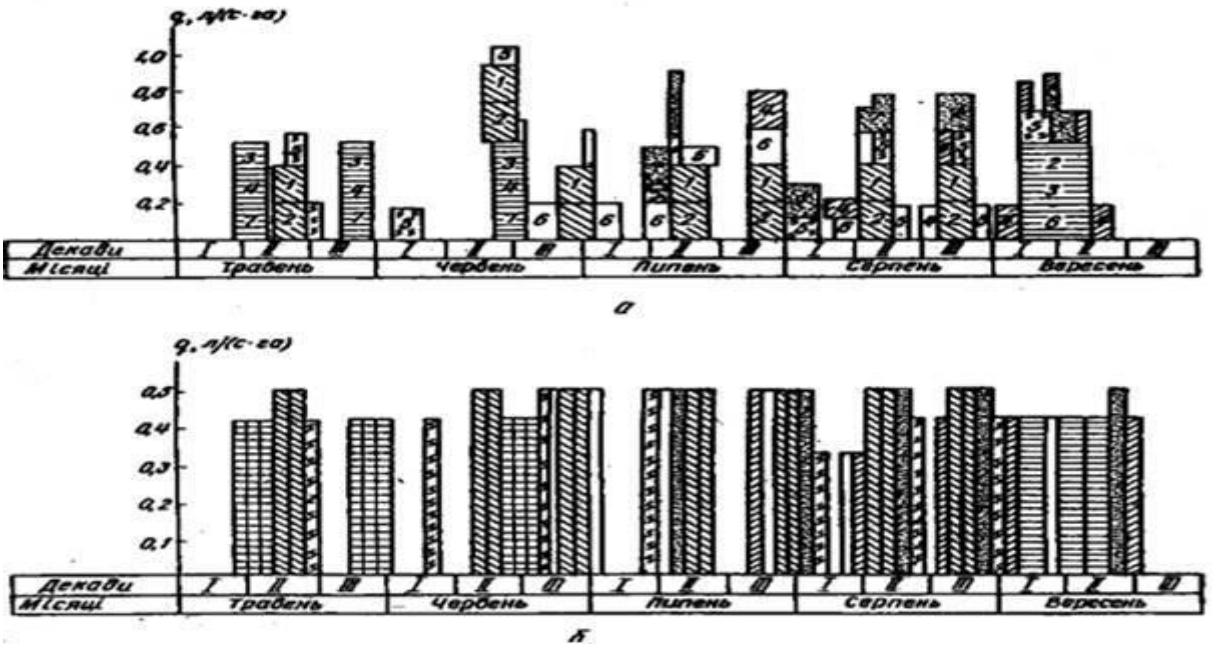


Рис. 22. Графіки водоподачі на сівозміну
а – неукомплектований; б – укомплектований; 1,2 – люцерна; 2,4,7 – озима пшениця;
5 – горох на зерно, пожнивно просо на зерно; 6 – пожнивно злакобобові; 8 – пожнивно посів люцерни.

Під час дощування графік поливу культур, що входять до сівозміни, пов'язують з витратою і продуктивністю дощувальних машин і установок. Для побудови графіка зрошення культур у сівозміні під час дощування тривалість поливу визначають за формулою

$$t = m\, A_{nt}\, \beta \,/\, 86{,}4 Q_{sd}\, K_{dau}$$

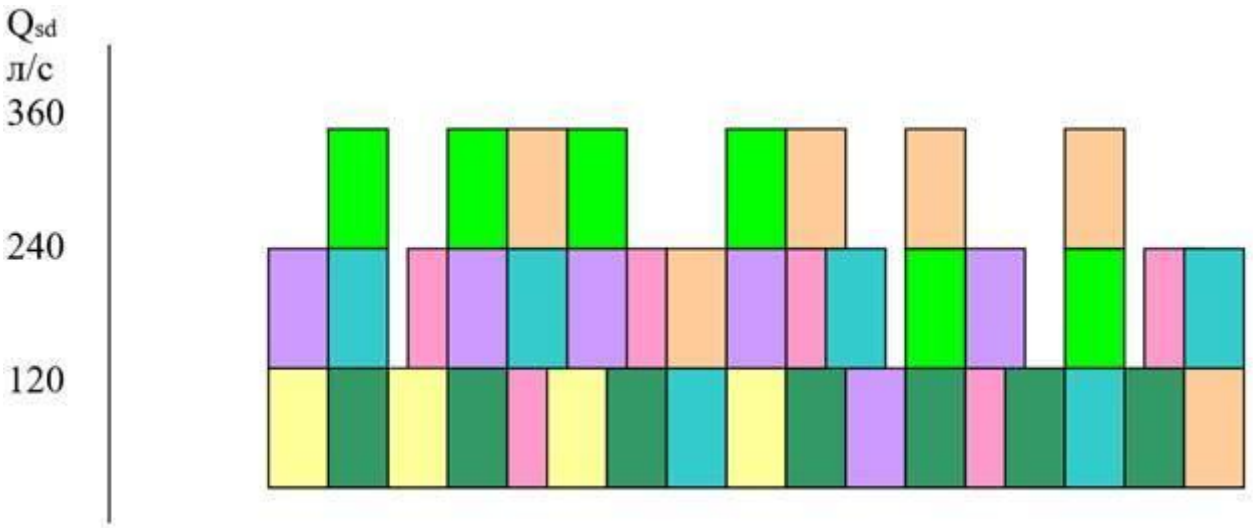
m – поливна норма, $м^3$/га;

A_{nt} – площа поля нетто, га;

Q_{sd} - – витрати дощувальної машини, л/ сек;

β – коефіцієнт випаровування (1,1–1,3);

K_{dau}– коефіцієнт корисного використання робочого часу машини за добу.



Квітень			Травень			Червень			Липень		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3

Рис.23. Укомплектований графік водоподачі дощувальною машиною "Днепр"