

## АКТИНОМЕТРИЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ. РАДІАЦІЙНИЙ БАЛАНС

Мета: ознайомитись з видами потоків променистої енергії, приборами для їх вимірювання, методами регулювання потоками сонячної радіації і освітленості у сільському господарстві.

Промениста енергія Сонця є основним джерелом тепла, вона обумовлює різноманітність життя на землі, грає особливо важливу роль в біологічних процесах.

Промениста енергія Сонця – неодмінна умова існування зелених рослин. Вона необхідна для створення органічної речовини в процесі фотосинтезу і впливає на ріст і розвиток рослин, форму, розташування і будову листів, на тривалість вегетації, хімічний склад, якість і кількість врожаю і на ряд властивостей рослин – зимостійкість, посухостійкість і ін.

На рослини впливають інтенсивність сонячної радіації, її спектральний склад, тривалість освітлення. Тому для ведення сільського господарства на високому науковому рівні необхідні данні про величини радіаційного балансу і його складових, фотосинтетично активної радіації (ФАР), тривалості сонячного сяяння й освітленості.

### ПОТОКИ ПРОМЕНИСТОЇ ЕНЕРГІЇ Й ОДИНИЦІ ВИМІРУ

Розділ метеорології, що вивчає потоки променистої енергії в атмосфері, називається *актинометрією*.

Потужність потоку сонячної радіації в Міжнародній системі одиниць виражається у ватах на  $1 \text{ м}^2$  ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ). У метеорології потужність потоку сонячної радіації звичайно виражали в калоріях на площу в  $1 \text{ см}^2$  за 1 хв. [ $\text{кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{хв.})$ ]. Прихід радіації, що складає  $1 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{хв.})$ , дорівнює  $698 \text{ Вт}/\text{м}^2$ .

В атмосфері спостерігаються три види потоків сонячної радіації: пряма, розсіяна та відбита.

Радіація, що надходить на Землю безпосередньо від сонячного диска у вигляді пучка рівнобіжних променів, називається **прямою радіацією ( $S$ )**. Кількість прямої радіації, що надходить в одиницю часу до одиниці поверхні, перпендикулярної сонячним променям, називається **енергетичною освітленістю ( $S'$ )**. Зміна прямої радіації протягом безхмарного дня (добовий хід) виражена одновершинною кривою з максимумом опівдні. При переміщенні від полюсів до екватора максимум сонячної радіації в будь-який час року зростає, тому що при цьому збільшується полуденна висота Сонця.

**Тривалість сонячного сяяння** – час, протягом якого на земну поверхню надходить пряма сонячна радіація. Виражається вона в годинах і хвилинах (або у відсотках від можливого значення, тобто тривалості дня).

Частина сонячної радіації, проходячи через атмосферу, розсіюється молекулами атмосферних газів і аерозолем. Вона створює **розсіяну радіацію  $D$**  (вона надходить від усього небозводу, крім диска сонця). Вимірюється вона

кількістю енергії, що приходить в одиницю часу на одиницю горизонтальної поверхні.

Добовий і річний хід розсіяної радіації при ясному небі відповідає ходу прямої радіації. Однак ранком розсіяна радіація з'являється вже до сходу Сонця, а увечері вона ще надходить у період сутінок, тобто після заходу. У річному ході максимум розсіяної радіації спостерігається влітку.

Пряма радіація, що приходить на горизонтальну поверхню ( $S'$ ), і розсіяна радіація ( $D$ ), діючи спільно, складають **сумарну радіацію** ( $Q$ ).

$$Q = S' + D$$

Сума радіації, що надходить на одиницю площі за деякий проміжок часу, вимірюється в джоулях на  $1 \text{ м}^2$  [ $\text{Дж/м}^2$ ], мегаджоулях ( $1 \text{ МДж} = 10^6 \text{ Дж}$ ), або калоріях ( $1 \text{ кал/см}^2 = 4,19 \cdot 10^4 \text{ Дж/м}^2 = 0,0419 \text{ МДж/м}^2$ ). Співвідношення між прямою і розсіяною радіацією в складі сумарної радіації залежить від висоти Сонця, хмарності і забрудненості атмосфери.

**Фотосинтетично активна радіація ФАР** – частина променистої енергії сонця, що рослини засвоюють у процесі фотосинтезу.

Для розрахунку ФАР використовують рівняння, запропоноване Б.И.Гуляєвим, Х.Г.Тоомингом і Н.А.Єфімовою:

$$\Sigma Q_{\text{ФАР}} = 0,43 \Sigma S' + 0,57 \Sigma D,$$

де  $\Sigma Q_{\text{ФАР}}$  – сумарна фотосинтетична активна радіація ( $\text{Дж/м}^2$ );  
 $\Sigma S'$  – сума прямої радіації на горизонтальну поверхню ( $\text{Дж/м}^2$ );  
 $\Sigma D$  – сума розсіяної радіації ( $\text{Дж/м}^2$ ).

Частина сонячної радіації, що відбивається земною поверхнею, хмарами й ін., називається **відбитою** радіацією. Її вимірюють кількістю енергії, що надходить в одиницю часу на одиницю горизонтальної поверхні, зверненою до землі. На практиці частіше визначають відбивну здатність, або **альбедо**.

**Альбедо**  $A_k$  – це відношення відбитої сонячної радіації до сумарної радіації, що виражається звичайно в %:

$$A_k = (R_k/Q) \cdot 100 \quad (4)$$

Альбедо поверхні залежить від її кольору, шорсткості, вологості й інших властивостей (табл.1).

Альбедо водних поверхонь менше, ніж суші, оскільки сонячні промені, особливо при великій висоті Сонця, проникаючи у воду, значною мірою поглинаються і розсіюються в ній. Велике альбедо льоду і снігу обумовлює уповільнений хід весни в північних районах і збереження багаторічних льодів у полярних областях.

Альбедо води становить 5%. Це означає, що моря й океани поглинають близько 95% сонячної радіації, яка досягає їхньої поверхні. Правда, альбедо води залежить від кута падіння сонячних променів. При прямовисному падінні променів від поверхні чистої води відбивається лише 2% їх, а при низькому стоянні Сонця — майже 100%.

Таблиця 1. Альbedo різних природних поверхонь (%).

| Поверхня             | Альbedo | Поверхня            | Альbedo |
|----------------------|---------|---------------------|---------|
| Свіжий сухий сніг    | 80 – 95 | Поля жита і пшениці | 10 – 25 |
| Забруднений сніг     | 40 – 50 | Картопляні поля     | 15 – 25 |
| Морський лід         | 30 – 40 | Бавовняні поля      | 20 – 25 |
| Темні ґрунти         | 5 – 15  | Луки                | 15 – 25 |
| Сухі глинисті ґрунти | 20 – 35 | Трава суха          | 19      |
| Сухі піщані ґрунти   | 25 – 45 | Ліси                | 10 – 20 |

Пряма, розсіяна і відбита радіація складають короткохвильову радіацію.

Після відбиття частина сонячної радіації поглинається землею поверхнею. Тому вона називається *поглинутою радіацією*. Отже, поглинута радіація — це різниця між сумарною і відбитою радіацією, тобто  $C_k = Q - R_k$ . Величина поглинутої радіації може бути виражена ще й таким рівнянням:  $C_k = Q \cdot (1 - A_k)$ , де  $C_k$  — поглинута радіація;  $Q$  — сумарна радіація;  $A$  — альbedo, виражене у частинах одиниці.

### ДОВГОХВИЛЬОВЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ Й АТМОСФЕРИ

Поглинута сонячна радіація перетворюється на земній поверхні в інші види енергії: теплову, хімічну, механічну тощо. Основна частина її, звичайно, перетворюється в теплову енергію, за рахунок якої нагрівається поверхня землі.

Нагріта земна поверхня сама стає джерелом випромінювання. Це випромінювання Землі називають *власним (земним) випромінюванням Землі* ( $E_z$ ). Але на відміну від Сонця вона випромінює довгохвильову (інфрачервону, теплову) радіацію, яка на 99% складається з променів, що мають довжину хвилі від 4 до 40 мкм (максимум випромінювання у межах 15 мкм). Ні світлових, ні ультрафіолетових променів поверхня землі не випромінює.

Земне випромінювання відбувається безперервно і вдень, і вночі, влітку і взимку. Тому Земля втрачає відповідну кількість тепла, яке поповнюється переважно у денні години. Якби цього не було, клімат з кожним роком ставав би все теплішим і теплішим. Але такого потепління не спостерігається, а це означає, що Земля втрачає орієнтовно стільки тепла, скільки його дістає.

Випромінювання земної поверхні ( $E_z$ ) близьке до випромінювання абсолютно чорного тіла і становить:

$$E_z = \sigma \cdot T^4$$

де  $T$  — абсолютна температура, °K;  $\sigma$  — константа, яка дорівнює  $5,67 \cdot 10^{-8}$  Вт/м<sup>2</sup>.

Для інтервалу температур від —85 до +85°C, які бувають на Землі,  $E_z$  змінюється від 73,3 до 944,6 Вт/м<sup>2</sup>.

Хоч величина земного випромінювання порівняно мала, але воно діє безперервно, і це дає значний тепловий ефект.

Земна радіація значною мірою затримується водяною парою, вуглекислим газом і озоном атмосфери. Завдяки цьому повітряні шари, що прилягають до земної поверхні, додатково дістають певну кількість тепла.

Атмосфера, нагріваючись від сонячної радіації і земного випромінювання, сама стає джерелом випромінювання довгохвильової (теплової) радіації, яка надходить як у космічний простір, так і до поверхні Землі. Частина атмосферного випромінювання, спрямована до поверхні Землі, має назву *зустрічного випромінювання атмосфери* ( $E_a$ ).

Головна роль у поглинанні земного випромінювання атмосферою, а також у противипромінюванні до земної поверхні належить водяній парі. Вона практично непроникна для теплової радіації, хоч радіацію, яка надходить від Сонця, майже повністю пропускає. Це явище має назву *парникового ефекту атмосфери*. Назва дана за аналогією із звичайним парником, який вільно пропускає короткохвильову сонячну радіацію і мало пропускає довгохвильову (теплові промені), а тому повітря в ньому нагрівається.

Різниця між кількістю тепла, випромінюваного земною поверхнею, і теплом, яке воно дістає від зустрічного випромінювання атмосфери, має назву *ефективного випромінювання Землі* ( $E_{ef}$ ). Воно завжди спрямоване від земної поверхні (має від'ємний знак), і величину його можна записати у вигляді такого рівняння:

$$E_{ef} = E_z - E_a$$

де  $E_{ef}$  — ефективне випромінювання;  $E_z$  — випромінювання Землі;  $E_a$  — випромінювання атмосфери.

Ефективне випромінювання визначає фактичні витрати теплоти земною поверхнею.

Ефективне випромінювання дуже залежить від вологості повітря і хмарності. Чим вища вологість повітря, тим менш ефективне випромінювання. Хмари, особливо щільні, збільшують випромінювання атмосфери і цим самим зменшують ефективне випромінювання. Хмарні ночі майже завжди тепліші за безхмарні, заморозки при наявності хмар слабкіші й менш загрозливі. Створюючи штучний шар вологого диму, можна послабити шкідливу дію заморозків.

Влітку тепло від сумарної радіації переважає над ефективним випромінюванням, а тому відбувається нагромадження тепла в ґрунті, яке в холодну пору року витрачається.

## ПРИЛАДИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ АКТИНОМЕТРИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ.

Спостереження за сонячною радіацією проводять на спеціальних (актинометричних) станціях 6 разів на добу у такі строки: 00 год 30 хв, 6 год 30 хв, 9 год 30 хв, 12 год 30 хв, 15 год 30 хв, 18 год 30 хв за середнім сонячним часом. Крім того, на окремих станціях ведеться безперервна реєстрація добового ходу радіації за допомогою самозаписуючих приладів.

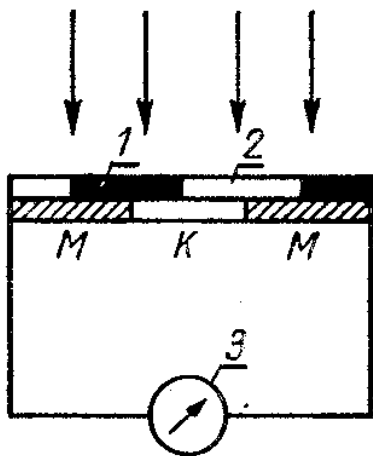
Для вимірювання енергетичної освітленості застосовуються актинометричні прилади різної конструкції. Всі вони поділяються на абсолютні та відносні.

Абсолютні прилади за устроєм та використанням досить складні. Їх застосовують переважно для перевірки відносних приладів. З відносних найбільше розповсюдження мають термоелектричні прилади, в конструкції яких використовується термоелектричний принцип, заснований на залежності сили термічного струму від різниці температури спаїв.

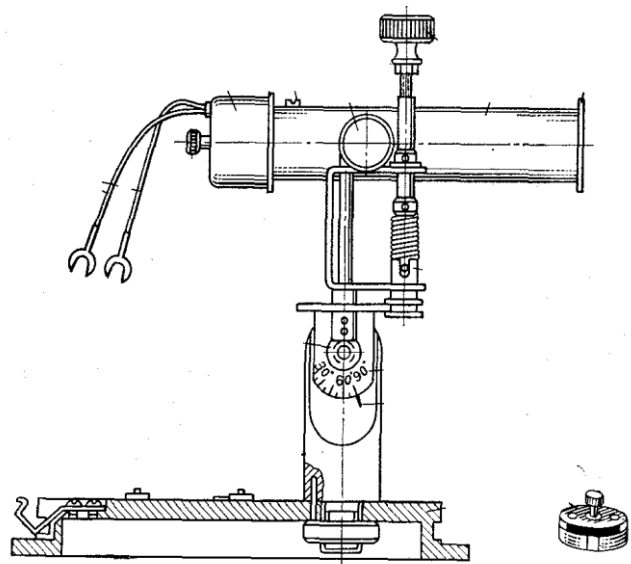
Приймачем термоелектричних приборів є термобатарея із спаїв двох металів (мал.1). Різниця температур спаїв утворюється в результаті їх різної поглинаючої здібності. В термоелектричному приймальнику (мал.1) спай 1 (чорний) покритий платиною чорною, а спай 2 (білий) – окисом магнію. В результаті неоднакового нагрівання спаїв утворюється різниця температур і в цепі виникає термострум, який вимірюється гальванометром. Так як різниця температур спаїв обумовлена радіацією, що поступає, то енергетична освітленість буде пропорційна силі термоелектричного струму:

$$S = a \cdot N$$

де  $N$  – відхилення стрілки гальванометра (діл.),  $a$  – перевідний множник ( $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{діл.}$ ).



Мал.1. Схема термоелектричного приймача



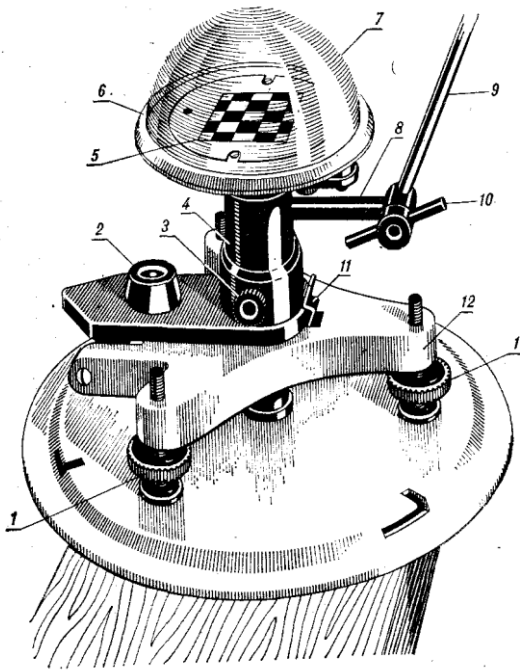
Мал.2. Актинометр

Термоелектричні прилади завдяки простоті устрою, точності та малої інерції (15 – 40 с) мають широке розповсюдження для спостережень на метеорологічних станціях та в польових умовах.

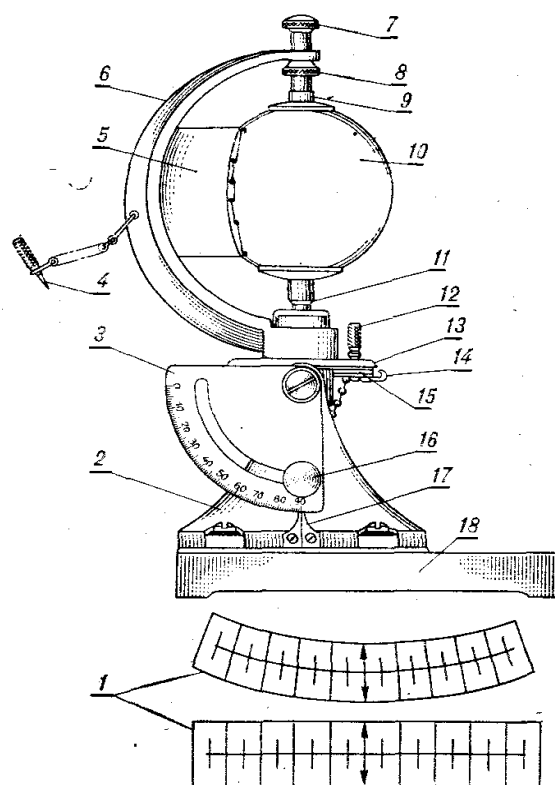
Для вимірювання інтенсивності прямої сонячної радіації використовують актинометри (мал.2), розсіяної та сумарної – піранометри (мал.3), відбивальної здатності – альбедометри, радіаційного балансу – балансоміри.

При роботі з актинометричними приборами записують середній сонячний час ( $t_m$ ) початку і кінця спостережень з точністю до 1 хв., розраховують середній сонячний час середини спостережень, відмічають хмарність, стан сонячного диска і атмосферні явища.

Для реєстрації тривалості сонячного сяйва, тобто проміжків часу, на протязі якого сонячний диск не був затінений хмарами, служить *геліограф* (мал.4). Принцип його дії заснований на прожиганні паперових смуг сонячними променями, що збираються у фокусі скляного шару.



Мал.3. Піранометр



Мал.4. Геліограф

1 – стрічки, 6 – дугоподібний утримувач;  
10 – скляний шар

Тривалість сонячного сяйва визначають за прожогом смуги геліографа (враховують навіть слабкі сліди) й заносять у спеціальні таблиці. Ці данні використовують у наукових цілях.

## РАДІАЦІЙНИЙ БАЛАНС

Земна поверхня в один і той самий час дістає і витрачає променисту енергію. Надходження енергії складається з прямої і розсіяної радіації та зустрічного випромінювання атмосфери, а витрати її — з відбитої радіації і земного випромінювання. Різницю між надходженням і витратами радіації називають *радіаційним балансом*, або *залишковою радіацією*.

Рівняння радіаційного балансу має такий вигляд:

$$B = S' + D - R_k - E_{ef}$$

або

$$B = Q(1 - A) - E_{ef}$$

Поглинута радіація спричиняє нагрівання, а ефективне випромінювання — охолодження. Тому радіаційний баланс може мати різні знаки або дорівнювати нулеві. Знак «+» означає, що дана поверхня — рослинний покрив, ґрунт, вода — дістає, а знак «—», що вона втрачає тепло. Коли радіаційний баланс дорівнює нулеві, підстилаюча поверхня зберігає променисту рівновагу, тобто дістає радіаційного тепла стільки, скільки й втрачає його.

Радіаційний баланс зумовлює нагрівання ґрунту й повітря, частина його витрачається на випаровування води з поверхні ґрунту і рослин, на танення снігу і на біологічні процеси — фотосинтез, дихання та ін.

Ступінь нагрівання будь-якої поверхні залежить від того, яку кількість сумарної радіації вона дістала і яка її відбивна здатність. При одній і тій самій величині сумарної радіації темні поверхні поглинають радіації більше, ніж світлі, оскільки перші мають менше альбедо. А це у свою чергу є причиною того, що температура темних поверхонь вдень вища, а світлих — нижча, причому різниця ця може досягати 10°C і більше.

Вночі величина радіаційного балансу менша від нуля, тобто дорівнює ефективному випромінюванню. Перехід її через нуль від від'ємних до додаткових значень спостерігається не відразу, а орієнтовно через годину після сходу Сонця. Другий перехід через нуль — до від'ємних значень, навпаки, відбувається задовго до заходу Сонця.

Взимку величина  $Q(1-A)$  буває меншою, ніж  $E_{ef}$ , навіть удень, тому радіаційний - баланс завжди від'ємний, тобто підстилаюча поверхня втрачає тепла більше, ніж дістає від Сонця.

Вивчення радіаційного балансу сільськогосподарських угідь дозволяє розраховувати кількість радіації, що поглинається посівами в залежності від висоти Сонця, структури посіву, фази розвитку рослин. Для оцінки різних прийомів регулювання температури ґрунту розраховують радіаційний баланс сільськогосподарських полів при різних типах рослинного покриття, що змінюють альбедо цих полів.

## РОЗПОДІЛ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ У ПОСІВАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Кількість сонячної радіації, яка проникає в глибину травостою, визначається видом і густотою його стояння, відносною площею листової поверхні і висотою Сонця над горизонтом. При значній густоті рослин з розвинутою листовою поверхнею до ґрунту надходить незначна кількість сонячної радіації. Ще менше її надходить до поверхні ґрунту, коли Сонце перебуває низько над горизонтом.

У середньому в глибину травостою пшениці доходить тільки близько 15—20% тієї кількості сонячної радіації, яка падає на поверхню посіву, соя і картопля пропускають до 10% радіації. У зімкнутому травостої високостеблих культур (кукурудзи) до листків нижніх ярусів опівдні надходить у 10—20 разів менше радіації, ніж до верхнього ярусу.

Сумарна радіація найбільше послаблюється у верхніх ярусах стеблостою. При низькому стоянні Сонця над горизонтом верхній ярус листя (20—30 см) майже не пропускає пряму і дуже послаблює розсіяну радіацію. Послаблення радіації в глибині травостою відбувається переважно за рахунок ФАР.

Радіація у різних областях спектра послаблюється в посівах неоднаково. Верхні яруси посівів, де зосереджено менше листя, поглинають половину фізіологічно активної радіації, а нижні яруси дістають такої радіації мало, в окремих випадках менш як 5%. Тут розміщена зона «світлового голоду». В середині стеблостою переважає інфрачервона радіація, яка не бере участі в процесі фотосинтезу.

Основним фактором, який визначає поглинання та пропускання ФАР у посівах і насадженнях, є площа листової поверхні ( $I$ ), розрахована на одиницю площі поля (1 га). Поглинання ФАР посівом зростає із збільшенням  $I$  до 4 (тобто  $I$  в чотири рази більша за площу поля — 40 тис. м<sup>2</sup>). При  $I > 4$  поглинання практично не збільшується.

Пропускання ФАР залежить також від висоти Сонця та орієнтації листків. Якщо висота Сонця більша за 35—40°, пряма сонячна радіація сильніше проникає в глибину посіву при орієнтації листків, близькій до вертикальної, і менше, коли їх орієнтація наближається до горизонтальної. При малій висоті Сонця пропускання радіації більше, коли листки розміщені горизонтально.

Для визначення міри використання посівами сонячної радіації розраховують спеціальні коефіцієнти з відношення сонячної радіації, витраченої на фотосинтез, до загальної поглинутої сонячної радіації одиницею площі посіву за час вегетації. Щоб визначити витрати сонячної радіації на фотосинтез (ФАР), потрібно в зібраному з даної площі врожаї біомаси в цілому розрахувати кількість енергії (в калоріях, ватах, ергах), що міститься в органічній речовині, створеній в процесі фотосинтезу.

Коефіцієнт використання сонячної енергії більшості виробничих посівів становить у середньому 1—2%, у передових господарствах — до 5—8%; теоретично значення його в окремі періоди вегетації можуть досягати 25%.

Альbedo полів залежить від культур, фаз їх розвитку, часу доби. Під зерновими культурами воно змінюється від 8—10% на початку вегетаційного періоду до 20—25% у кінці його. Опівдні альbedo на 2—4% нижче, ніж увечері.

Дослідження показали, що зернові культури у стадії молочної стиглості поглинають більше сонячної радіації порівняно з паровим полем, хоч пар має менше альbedo. Це пояснюється тим, що випромінювання парового поля вдень майже у два рази більше, ніж полів під зерновими культурами. Вночі з цієї ж причини парове поле охолоджується сильніше порівняно з полем, вкритим рослинністю, а тому температура поверхні ґрунту на парі нижча, ніж на полях, зайнятих зерновими культурами.

Вдень радіаційний баланс зрошуваного поля значно більший, ніж незрошуваного, а вночі помітної різниці не спостерігається. Це пояснюється неоднаковою величиною альbedo в світлу частину доби й ефективного випромінювання вночі.

Засвоєння сонячної радіації рослинами залежить і від часу створення та інтенсивності росту листової поверхні протягом вегетаційного періоду. Часто у кінці весни і на початку літа, коли сонце найяскравіше, рослини не завжди можуть створити достатню для фотосинтезу листову поверхню і через це поглинають мало сонячних променів. Пізніше, коли площа листя максимальна, інтенсивність радіації вже менша, а тепловий режим гірший. Як наслідок цього, рослини за вегетаційний період поглинають у 2—3 рази менше сонячної радіації, а продуктивність їх значно нижча від можливої. Так буває з пізніми ярими просапними культурами.

Деякі рослини можуть у певних межах регулювати надходження сонячної радіації до окремих своїх частин. Так, соняшник, люцерна, бавовник протягом дня спрямовують свої суцвіття у бік Сонця. А так звані компасні рослини спрямовують своє листя ребром до меридіана під час максимальної напруги сонячної радіації, завдяки чому опромінюється тільки невелика поверхня листка.

## **5. РЕГУЛЮВАННЯ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ Й ОСВІТЛЕНOSTІ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.**

Сьогодні людина не має змоги змінювати ресурси сонячної радіації у великих межах і в бажаному для себе напрямі. Тому поки що у сільському господарстві використовують ряд науково обґрунтованих агротехнічних заходів для регулювання (збільшення або зменшення) кількості сонячної радіації, одержуваної окремою рослиною. Серед них найпоширенішими є: проріджування посівів, зменшення або збільшення норм висіву, створення куліс з високостеблих рослин, сумісні посіви, екранізація рослин захисною плівкою, додаткове штучне освітлення, зміна напрямку сівби відносно сторін горизонту, спеціальна обробка крон дерев тощо.

Більшість перелічених заходів дуже проста і не потребує роз'яснень. Нижче наведено характеристику лише окремих заходів, які мають велике практичне значення.

Останнім часом усе більше застосовують так звані сумісні посіви. Вони бувають одновидові (в одному посіві об'єднують два чи більше сортів одного виду рослин) і змішані (об'єднані різні види рослин). Великої уваги в умовах України заслуговують кукурудзяно-соєві посіви. Домішування до кукурудзи сої різко збільшує вихід протеїну. Але треба пам'ятати, що для сумісних посівів треба правильно добирати культури, оскільки не всі рослини можуть рости у таких умовах.

У свій час у колишньому Радянському Союзі під керівництвом проф. В. Г. Віткевича було проведено польові дослідження для з'ясування впливу напрямку сівби на врожайність озимої пшениці. Дослідження показали, що при напрямі сівби з півночі на південь врожайність пшениці була найбільшою. Повторення подібних дослідів з ячменем, картоплею і вівсом підтвердили повністю результати з озимою пшеницею. При меридіональному напрямі сівби приріст урожаю становив: для ячменю 13,9%, картоплі — 8 і вівса — до 19%. При цьому ячмінь і картопля містили більше крохмалю, ніж при сівбі в напрямі із заходу на схід.

Напрямок сівби впливає на якість і кількість врожаю льону і конопель. Так, льон, висіяний у напрямі із заходу на схід, вищий і має більший вихід якісного волокна, хоч якість насіння гірша. Вибір напрямку сівби (садіння) потребує дальших досліджень з урахуванням таких важливих факторів, як живлення, конкретні погодні умови, мікроклімат тощо.

У поліпшенні використання сонячної енергії рослинами велике значення має густота посівів і зв'язана з нею площа листяної поверхні.

Останнім часом радянські вчені звернули увагу на таке: опромінення окремих органів рослин — насіння, бульб картоплі — імпульсним концентрованим сонячним світлом сприяє підвищенню схожості та енергії проростання, посилює ріст, прискорює розвиток, підвищує продуктивність. Рослини раніше досягають, нагромаджують більше органічної маси. Поліпшується і якість продукції. В ній збільшується вміст білка, цукрів, вітамінів тощо. Ось кілька прикладів. Під впливом сонячної стимуляції насіння цукрових буряків маса вирощених з нього коренів збільшується на 15—20%, цукристість — на 1 — 1,5%. А це додатково 700—1000 кг цукру з гектара.

Одним з практичних заходів поліпшення освітленості польових культур є своєчасне проріджування посівів і знищення бур'янів.

Регулювання потоків сонячної радіації з метою поліпшення продуктивності сільськогосподарських тварин ще дуже мало застосовують, хоч практична цінність його не викликає ніякого сумніву.

## ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ; ЗАВДАННЯ І ЗАДАЧІ

1. Дати визначення основним видам сонячної радіації.
2. Що таке радіаційний баланс? Від чого він залежить, на що впливає?
3. Назвіть основні прилади для проведення актинометричних спостережень. Який принцип їх дії?
4. Які Вам відомі заходи регулювання кількості сонячної радіації, що застосовуються у сільському господарстві.
5. Розрахувати альбедо ( $A$ ) і кількість поглиненої радіації ( $C$ ) для поверхні снігу, якщо інтенсивність сумарної радіації  $Q$  на горизонтальну поверхню дорівнює  $585 \text{ Вт/м}^2$ , а відбитої ( $R_k$ )  $= 410 \text{ Вт/м}^2$ .
6. Визначити ефективне випромінювання земної поверхні, якщо після заходу сонця температура поверхні ґрунту  $t_z=22^\circ\text{C}$ , а повітря  $t_n=15^\circ\text{C}$ .
7. Розрахувати ФАР у посівах сільськогосподарських культур, якщо сума прямої радіації на горизонтальну поверхню складає  $800 \text{ Вт/м}^2$ , а сума розсіяної радіації дорівнює  $200 \text{ Вт/м}^2$ .

## ЛІТЕРАТУРА

1. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. – Л., Гидрометеиздат, 1974.
2. Чирков Ю.И. Основы агрометеорологии. – Л., Гидрометеиздат, 1988, 247с.
3. Грингоф И.Г. и др. Агрометеорология. – Л., Гидрометеиздат, 1987, 309с.
4. Павлова М.Д. Практикум по агрометеорологии. – Л., Гидрометеиздат, 1984, 183с.
5. Будыко М.И. Климат и жизнь. – Л., Гидрометеиздат, 1971.
6. Наровлянский Г.Я. и др. Климатология. – Л., Гидрометеиздат, 1971.
7. Кобышева Н.В. и др. Климатология. – Л., Гидрометеиздат, 1980.
8. Багров М.В. та ін. Землезнавство. Київ, "Либідь", 2000.
9. Шубаев Л.П. Общее землеведение. –М. «Высшая школа», 1969.