

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФОТОСИНТЕЗА

Фотосинтез характеризуется следующими количественными показателями:

интенсивностью фотосинтеза,

продуктивностью фотосинтеза.

Интенсивность (скорость) фотосинтеза - это количество углекислого газа, которое усваивается единицей листовой поверхности за единицу времени. В зависимости от вида растения этот показатель колеблется от 5 до 25 мг $\text{CO}_2/\text{дм}^2$. ч.

Продуктивность фотосинтеза - это отношение суточного увеличения массы всего растения (в граммах) к площади листьев. В среднем эта величина составляет от 5 до 12 г сухого вещества на 1 м^2 листовой поверхности в сутки.

Существует большое количество методов определения этих количественных показателей.

Интенсивность фотосинтеза можно определять:

газометрическими методами,

С помощью газометрических методов можно определить либо количество усвоенного углекислого газа, либо количество выделенного кислорода. При этом используют как весовые показатели поглощаемых или выделяемых газов, так и объемные показатели, показатели давления, показатели окраски, показатели теплопроводности определяемых газов.

радиометрическими методами.

С помощью радиометрических методов определяют интенсивность поглощения C^{14}O_2 растением по наличию в нем C^{14} или изменение радиоактивности газовой смеси.

Продуктивность фотосинтеза определяют по накоплению ассимилятов в растении. При этом используют такие методы, как:

изменение количества сухого вещества высечек из листа через определенный временной промежуток,

накопление углеводов в листе через определенный временной промежуток,

изменение теплоты сгорания сухого вещества листьев за период экспозиции их на свету.

В процессе вегетации интенсивность и продуктивность фотосинтеза возрастают постепенно от начала развития, достигают максимума в фазе цветения-плодообразования, а затем постепенно убывают.

Усвоение растением фотосинтетически активной радиации

Фотосинтетически активная радиация (ФАР) - это та часть солнечного излучения, которая способна поглощаться хлорофиллами в процессе фотосинтеза. ФАР имеет спектр волн от 380 до 710 нм и состоит из прямых солнечных лучей и рассеянного света, интенсивность которого равна 1/3 прямой солнечной радиации. В рассеянном свете на долю ФАР приходится до 90%, то есть **рассеянный свет в отличие от прямых солнечных лучей может быть поглощен растением почти полностью.**

Интенсивность фотосинтеза максимальна в красной части спектра и минимальна в синей и зеленой частях.

ФАР по разному поглощается листьями разных растений. Этот процесс определяется количественным и качественным составом пигментов в листе. Утром и вечером фотосинтез у растений с достаточным запасом хлорофилла наиболее интенсивен.

О степени использования растением фотохимической активности хлорофилла судят по **ассимиляционному числу** - то есть по количеству углекислого газа, ассимилированного единицей хлорофилла в единицу времени.

У растений с темно-зелеными листьями ассимиляционное число невелико, это растения, обитающие в основном в тени, у растений со светло-зеленой окраской - этот показатель значительно выше, так как это светолюбивые растения.

Основное поглощение ФАР происходит в верхних ярусах посева, так же и содержится большее количество хлорофилла.

Поглощение лучистой энергии листом выражается формулой:

$$Q = R + T + A,$$

где Q - количество радиации, падающей на лист, R - отраженная радиация, в%, T - пропущенная радиация, в%, A - поглощенная радиация, в%. Все три показателя зависят от содержания хлорофилла в листе.

Фотосинтез возможен при минимальной интенсивности света, при увеличении интенсивности света до 1/3 от полного солнечного освещения интенсивность фотосинтеза возрастает, при еще более высокой освещенности интенсивность фотосинтеза повышается незначительно, а при максимальном освещении наступает световое насыщение фотосинтеза и вступает в действие механизм фотодыхания. Общее количество солнечной радиации, падающее на 1 га за период вегетации, составляет $21 \cdot 10^9$ кДж, из них ФАР - только $8 \cdot 10^9$ кДж, то есть всего около одной трети.

Количество ФАР, поглощенной посевам определяют по формуле:

$$П = Q - R - T_n + R_n$$

где П - поглощенная посевам радиация, Q - суммарная радиация, падающая на посев, R - радиация, отраженная от посева и вышедшая за пределы его верхней границы, T_n - радиация, проникшая к почве, R_n - радиация, отраженная от почвы под растительностью.

Коэффициент поглощения энергии ФАР (Q_n) посевам определяют делением обеих частей формулы на Q:

$$Q_n = П/Q = 1 - R/Q - T_n/Q + R_n/Q,$$

где R/Q - альbedo посева, показывающее, какая доля падающей радиации отражается посевам, T_n/Q - коэффициент пропускания, показывающий, какая доля падающей радиации (Q) достигает почвы под растительностью, R_n/Q - альbedo почвы под растительностью.

Эффективность фотосинтеза можно характеризовать коэффициентом полезного действия, который определяют по формуле:

$$E\% \text{ (КПД)} = B \cdot 100/A,$$

где A - количество энергии, поступившей за период вегетации на 1 га посева, или энергии, которая была поглощена посевам, в кДж, B - количество энергии, накопившейся в органической массе урожая (биологического или хозяйственного), в кДж.

Доказано, что для образования продуктов фотосинтеза при всех благоприятных условиях (орошение, высокая концентрация CO_2) солнечная энергия используется только на 2%. В среднем КПД фотосинтеза сельскохозяйственных растений в реальных условиях составляет около 0,5-1% (то есть около **16 кДж/м² в час**), теоретически же возможно повышение уровня этого показателя до 4-6%. Одной из самых насущных задач, стоящих перед практическим сельскохозяйственным производством, и является повышение эффективности фотосинтеза.