

## 7

## Stoff- und Energiewandlung bei Pflanzen

## 7.1

Pflanzen beziehen ihre Stoffwechselenergie aus dem Sonnenlicht ☐

Pflanzen sind fotoautotroph (autotroph = selbsternährend). Aus energiearmen anorganischen Stoffen (Wasser, Kohlenstoffdioxid) bilden sie mittels **Fotosynthese** energiereiche organische Assimilate wie Glucose und Stärke (**Assimilation**). Diese Nährstoffe und der dabei frei werdende Sauerstoff sind Voraussetzung für das Leben aller heterotrophen (= fremdernährten) Organismen (Tiere, Menschen, Pilze u. a.). Mittels der **Zellatmung** wird Glucose zu energiearmen Molekülen ( $\text{CO}_2$  und Wasser) abgebaut (**Dissimilation**).

Markl Biologie Arbeitsbuch → S. 47 „Pflanzen leben von Wasser, Luft und Licht“ ☐

## 7.2

Blätter haben für die Lichtabsorption und den Gasaustausch eine große Oberfläche ☐

Die inneren Zelloberflächen und die Interzellularräume tragen dazu bei, dass die Fläche für den **Gasaustausch** für die **Fotosynthese** sowie für die Wasserverdunstung (**Transpiration**) angemessen ist. Die Cuticula sowie das Schließen der Spaltöffnungen (Stomata) verhindert eine zu hohe Verdunstung. So ist eine hohe Fotosyntheserate bei niedrigem Wasserverlust möglich. Der Randeffect an den Stomata erhöht die Diffusionsgeschwindigkeit von Wasser aus dem Blattinneren. Die Fläche der Chloroplasten tragenden Zellen wirkt wie ein Sonnensegel zur Aufnahme der Energie für die Fotosyntheseleistung.

## 7.3

Schließzellen sorgen für einen optimalen Kompromiss zwischen Gasaustausch und Transpiration ☐

Licht-, Temperatur-, Wasserversorgung und  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Luft beeinflussen direkt oder indirekt die Öffnung der **Stomata**. Das Öffnen erfolgt aktiv, indem Ionen in die Vakuolen der Schließzellen gepumpt werden und Wasser osmotisch nachströmt. Der spezielle Bau der Schließzellen führt bei steigendem Turgor zur Öffnung des Spalts. Über die Spaltöffnungen regulieren Pflanzen den Gasaustausch und die Transpiration.

Wenn die Sonne um die Mittagszeit am höchsten steht, sinkt die Fotosyntheserate (**Mittagsdepression**). Die Temperatur steigt und die Luftfeuchtigkeit fällt ab. Dadurch steigt das Konzentrationsgefälle des Wasserdampfs zwischen Interzellularen und Luft. Um einen übermäßigen Wasserverlust zu verhindern, werden Stomata mittags häufig geschlossen. Somit wird auch weniger  $\text{CO}_2$  aufgenommen; die Fotosyntheserate sinkt.

Markl Biologie Arbeitsbuch → S. 48 „Pflanzen finden einen Mittelweg zwischen Transpiration und Gasaustausch“ ☐

## 7.4

Licht,  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Luft und Temperatur beeinflussen die Fotosyntheseleistung der Pflanzen ☐

Die Fotosyntheseleistung einer Pflanze führt zu positiven Werten der Kohlenstoffdioxid- und Sauerstoffabgabe, wenn die Fotosynthese die Atmung mehr als kompensiert (Kompensationspunkt). Steigende Lichtintensität und  $\text{CO}_2$ -Konzentration erhöhen die Fotosyntheseleistung bis zu einem Sättigungswert (Lichtsättigung bzw.  $\text{CO}_2$ -Sättigung), bei dem die Fotosynthesemaschinerie ausgelastet ist. **Lichtkompensationspunkt** und Lichtsättigungswerte sind für unterschiedliche Pflanzen unterschiedlich, denn die Blattstrukturen sind an die Lichtverhältnisse der Standorte angepasst.

Der Faktor Temperatur beeinflusst die Enzymaktivität (RGT-Regel) und die Diffusionsgeschwindigkeit und bedingt eine Optimumskurve der Temperaturabhängigkeit der Fotosynthese (**Temperaturoptimumskurve**). Der  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Luft liegt weit von seinem Sättigungswert entfernt. Begasung mit  $\text{CO}_2$  kann also die Fotosyntheseleistung steigern.

Markl Biologie Arbeitsbuch → S. 49 „Die Fotosyntheseleistung wird von äußeren Faktoren beeinflusst“ ☐

## 7

## Stoff- und Energieumwandlung bei Pflanzen

## 7.5

Mineralstoffe und Assimilate werden in Wasser gelöst durch unterschiedliche Leitungsbahnen transportiert ☐

**Leitbündel**, die als Blattadern gut sichtbar sind, transportieren Stoffe in Stängel, Blatt und Wurzel. Tote Gefäße bilden das Xylem, die Leitbahnen für den Ferntransport von Wasser und Mineralstoffen. Wichtigste Antriebskraft ist der **Transpirationssog**, der entsteht, wenn Wasser durch die Spaltöffnungen des Blattes an die trockenere Außenluft abgegeben wird. Kapillarkräfte in den langen Xylemröhren begünstigen den Wasseraufstieg. Diese passiven Transportvorgänge werden durch den Wurzeldruck unterstützt, bei dem durch aktiven Ionentransport Wasser osmotisch in das Xylem nachströmt.

Assimilate werden in Form von Saccharose in den Siebröhren des Phloems unter Aufwendung von Stoffwechselenergie in alle Teile der Pflanze transportiert und dort aktiv an andere Zellen weitergegeben. Dabei werden die lebenden aber kernlosen Siebröhrenzellen von Geleitzellen unterstützt.

## 7.6

Viele Mineralstoffe sind für Pflanzen essenziell ☐

Wenn **Mineralstoffe** fehlen, verkümmern Pflanzen oder sterben ab. Mineralstoffe, die wie Eisen oder Zink nur in Spuren vorhanden sein müssen, nennt man Mikroelemente. Stickstoff, Phosphor, Kalium und andere müssen in größerer Menge vorhanden sein. Diese Makroelemente sind wesentliche Bestandteile des Pflanzendüngers. Ein Mineralstoffmangel ist den Pflanzen an ihren Blättern anzusehen. Bei Stickstoffmangel verfärben sich Blätter hellgrün bis gelblich mit grünen Blattadern. Fehlt Phosphor, scheinen die Blätter dunkelgrün mit violettem Stich. Mangelt es an Magnesium, bilden sich gelbe, später abgestorbene braune Flecken auf den Blättern. Bei zu wenig Kalium sterben die Blätter vom Stängel her ab. Gelb mit roten Blattadern sind Blätter, wenn kein Schwefel zur Verfügung steht.

Markl Biologie Arbeitsbuch → S. 50 „Pflanzen transportieren Wasser und Assimilate“ ☐

## 7.7

Auch Pflanzen müssen atmen ☐

Pflanzensamen, Wurzeln, nichtgrüne Pflanzenteile wie Blütenblätter und reife Früchte können keine Fotosynthese betreiben. Diese Organe beziehen ihre Energie aus der Zellatmung. Aber auch grüne Blätter müssen atmen, damit die tagsüber fotosynthetisch gewonnene Glucose umgewandelt in Saccharose durch das Phloem zu den Wurzeln transportiert werden kann. Manche Pflanzen stellen ihre Zellatmung so um, dass anstatt ATP nur Wärme produziert wird (alternative Atmung).

Die Atmungsaktivität von Keimlingen kann über die  $\text{CO}_2$ -Produktion ermittelt werden. Hierzu schaltet man verschieden gefüllte Waschflaschen hintereinander. Die Flasche mit Kalilauge wird belüftet und bindet das  $\text{CO}_2$  aus der Luft. Durch ein Röhrchen gelangt die restliche Luft in eine Flasche mit Calciumhydroxid. Fällt hier kein Calciumcarbonat aus, ist die Luft  $\text{CO}_2$ -frei. Von dort gelangt die Luft zu den Keimlingen. Betreiben diese nun Zellatmung, gelangt das produzierte  $\text{CO}_2$  in eine weitere Calciumhydroxidflasche, in der Calciumcarbonat ausfällt. Eine Wasserstrahlpumpe saugt die Luft durch alle Waschflaschen hindurch.