

Schulaufgabenvorbereitung Q11/2 : Lösungen der Übungsaufgaben

Aufgabe 1:

1.1) Schema der Lichtreaktion, wie z.B. in Abb. 2, S. 40; evtl. etwas vereinfacht

1.2) Zahlreiche **abiotische Faktoren** beeinflussen den Ablauf der PS: **Licht** und **CO₂** werden unmittelbar benötigt, **Wasser** und **Mineralstoffe** ergänzen die Versorgung der Pflanze. Die **Temperatur**, die den Ablauf sämtlicher Lebensvorgänge beeinflusst, ist für die chemische Reaktionsgeschwindigkeit maßgebend. Beim Zusammenwirken mehrerer Ökofaktoren ist das (Liebig'sche) **Minimumsgesetz** wichtig; es besagt, dass der **Mangelfaktor** die Photosyntheserate am stärksten beeinflusst. Außerdem sind die Wirkungen der verschiedenen Faktoren abhängig von einander. Z.B. führt **Wassermangel** durch das Schließen der **Spaltöffnungen** zu einem **CO₂-Mangel** im Blatt.

Aufgabe 2:

Die Einstichstelle (Zufuhr von ¹⁴CO₂) markiert den Beginn des Stoffwechsels der Dunkelreaktion mit dem radioaktiven C-Isotop ¹⁴C. Die Fixierung des ¹⁴CO₂ führt zunächst zur Bildung der ¹⁴C-PGS. Diese wird dann zum markierten GAP (Triose Glycerinphosphat). In der Folge kommt es zur Hexosebildung, 1,6-Fruktose-diphosphat entsteht, dann folgt die Glucosebildung. Schließlich lässt sich dann noch v.a. die Pentose RubP nachweisen (in dessen Vorfeld auch verschiedene organische Zwischenverbindungen)

Aufgabe 3:

3.1) Reorganisationsaufgabe (nicht schwierig, aber umfangreich). Lässt sich standardmäßig beantworten (Schemata im Buch, bzw. auf Arbeitsblatt)

3.2) z.B.: Kurven für Lichtabhängigkeit (Sättigungskurve, am besten mit Kompensationspunkt), CO₂-Abhängigkeit (Sättigungskurve) und Temperaturabhängigkeit (Optimumskurve). Günstig für das Pflanzenwachstum in Gewächshäusern: Bestrahlung mit Rotlicht (schädigt nicht die Blätter), CO₂-Begasung, optimale Temperaturen und Feuchtigkeiten (je nach Pflanzenart verschieden).

Aufgabe 4:

4.1) Bei völliger Dunkelheit findet keine Bruttophotosynthese statt. Im Nettoeffekt überwiegt daher die Zellatmung und deren CO₂-Abgabe. Im Kompensationspunkt heben sich die Effekte von PS und Atmung hinsichtlich des CO₂ auf. Solange Licht der Mangelfaktor ist, steigt die Kurve linear an. Bei Starklicht, im Sättigungsbereich wird CO₂ zum Mangelfaktor, die Produkte der Lichtreaktion, NADPH₂ und ATP, finden keinen „Abnehmer“ mehr. Durch sein mehrschichtiges Palisadenparenchym und Schwammparenchym verteilt sich reichlich eingestrahlt Licht besser und es kommt erst später zur Lichtsättigung als beim Schattenblatt

4.2) Die Buche kann durch ihre verschiedenen Blattformen optimal bei wechselnden Lichtverhältnissen PS betreiben: Bei Lichtblätter bieten den Vorteil auch bei großer Helligkeit ihre PS-Rate noch steigern zu können (Kurve 1, rechter Teil). Schattenblätter veratmen weniger der gebildeten Assimilate (Vorteil im Schwachlicht, Kurve 2, linker Teil). Außerdem können sie bei gleicher Blattmasse mehr (Schwach)-Licht einfangen und dort wirkungsvoller PS betreiben

Aufgabe 5: (nicht ganz einfach)

Im Bereich niedriger Temperaturen steigt die Geschwindigkeit der CO₂-Fixierung (Kurve I) rasch an, weil die Reaktionsgeschwindigkeit zunächst nach der RG-T-Regel wächst. Im Bereich um 35°C steigt die Kurve I nur noch schwach an, weil die Enzyme zu denaturieren beginnen, jedoch ist das Optimum noch nicht erreicht. Die CO₂-Aufnahmerate in die Blätter fällt bereits früher ab, weil bei Temperaturen um 35°C die Spaltöffnungen zu schließen beginnen, um die Verdunstung einzuschränken.

Aufgabe 7:

7.1) Herbizid A hemmt den Elektronentransport *zum* PS I, wodurch sowohl der zyklische als auch der azyklische Elektronentransport unterbunden wird. Es entsteht somit weder ATP noch NADPH₂. Herbizid B, welches den Elektronentransport *vom* PS I weg zum NADP unterbindet, hemmt lediglich den azyklischen Elektronentransport. Es kann somit zwar ATP, nicht aber NADPH₂ gebildet werden. In beiden Fällen kommt in der Folge die Dunkelreaktion zu Erliegen, die für die Reduktion benötigten NADPH₂-Moleküle fehlen.

7.3) Erweiterte Summgleichung: $6 \text{ CO}_2 + 12 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$
bzw. mit ¹⁸O-markiertem Wasser: $6 \text{ CO}_2 + 12 \text{ H}_2^{18}\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ }^{18}\text{O}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$
es erfolgt die Bildung von ¹⁸O₂. Erläuterung: Die Tatsache, dass das schwere Sauerstoffisotop sich ausschließlich im gebildeten Sauerstoffgas findet, belegt die Bildung des Sauerstoffs durch die photolytische Spaltung von Wasser.

Aufgabe 8:

8.1) Durch die Verdunklung werden die Blätter stärkefrei; die Blattstärke wird in Zucker umgewandelt und abtransportiert oder veratmet.

8.2) Durch den Klebfilm auf der Blattunterseite werden die Spaltöffnungen abgedichtet und so die CO₂-Aufnahme ins Blatt unterbunden. Die Dunkelreaktion kommt dadurch zum Erliegen. Auch ein dauerhaftes Ablaufen der Lichtreaktion ist nicht mehr möglich, da die von der Dunkelreaktion regenerierten entladenen Coenzyme NADP und ADP der Lichtreaktion nicht mehr zur Verfügung stehen.

Aufgabe 9:

9.1) Zelle aus dem Palisaden- oder Schwammgewebe mit Zellwand (evtl. mit Tüpfeln), Plasmamembran, Zellplasma, Zellkern, Chloroplast(en), von einer Membran umschlossene Zellsaftvakuole

9.2) $12 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ CO}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$

Sichtbares Licht zwischen 400 und 700 nm Wellenlänge. Kurzwelliges Licht (blauviolett, blau) um 400 nm wird von Chlorophyll a stark absorbiert und verursacht eine hohe PS-Rate. Mittlere Wellenlängen zwischen 500 und 600 nm (grün, gelb) werden von Chlorophyll schlecht absorbiert, jedoch wird hier durch die Existenz der Hilfspigmente und der Photonensammelfalle auch eine – etwas niedrigere – Absorption der Lichtenergie und damit PS-Rate erreicht.

Aufgabe 10:

10.1) Die Spaltöffnungen regulieren den Wasserhaushalt und die Photosynthese der Blätter. Bei schlechter Wasserversorgung lässt der Innendruck (Turgor) der Schließzellen nach → die Öffnungsweite nimmt ab, die Transpiration wird eingeschränkt. Die Beeinflusst seinerseits die CO₂-Aufnahme und damit die PS. Außerdem reagieren die Schließzellen lichtempfindlich, weil sie Chloroplasten enthalten. Gutes Lichtangebot führt zur Öffnung der Spaltöffnungen.

10.2) Übliche Skizze des Chloroplasten im Elektronenmikroskop

10.3) Übliche Darstellung des Calvinzyklus im Schema mit Namen und C-Körpern.

Gegeben war der Codogen-Strang der DNA. Man ermittelt die komplementäre Code-Sequenz der m-RNA, an der sich mit Hilfe des genetischen Codes (Code-Sonne) die Bedeutung der Triplets vor und nach der Mutation ablesen lässt:

```

... A C C G C T A G C A A T T T C ... DNA
... U G G C G A U C G U U A A A G ... m-RNA
...   Trp   Arg   Ser   Leu   Lys   ... Protein

```

nach der Mutation

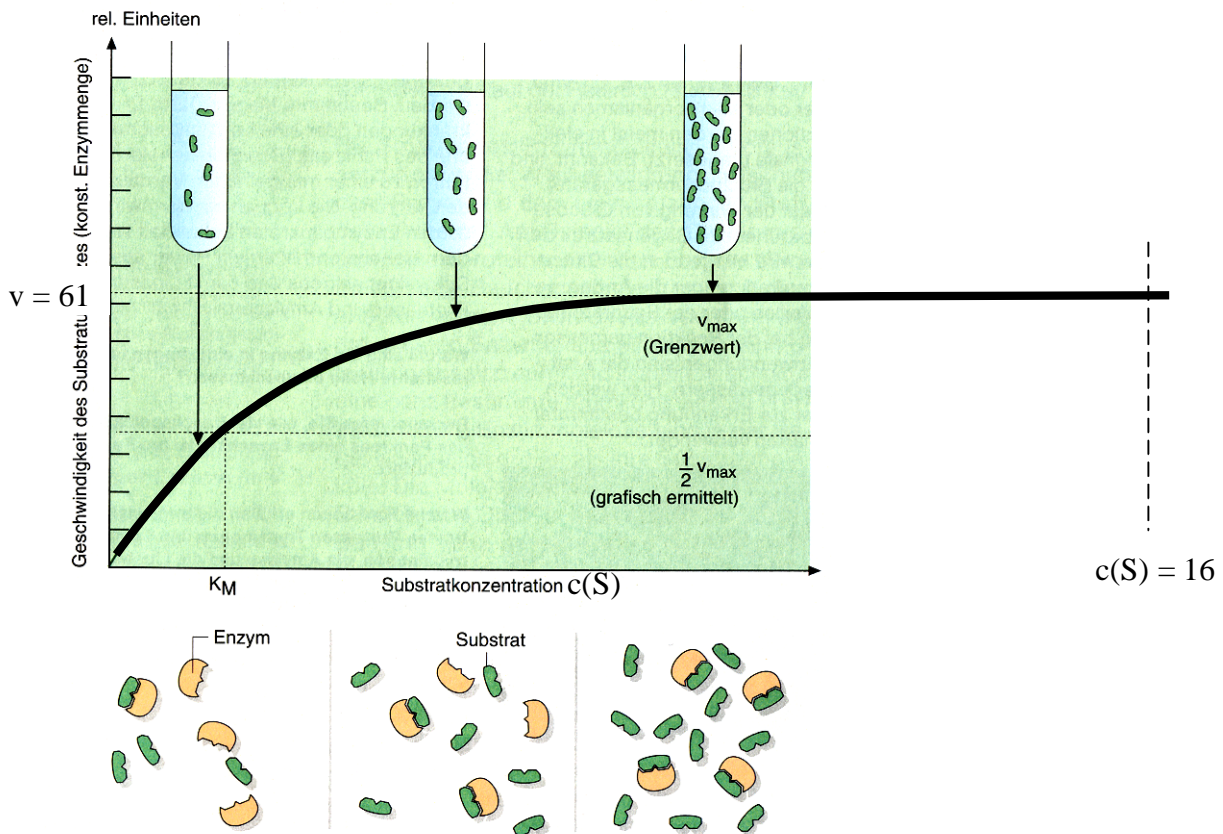
```

... A C C G C T A G C A T T T C ... mutiert
... U G G C G A U C G U A A A G ...
...   Trp   Arg   Ser   Stop   ? ...

```

Das infolge des Basenverlustes durch Rastermutation veränderte Gen enthält in bereits im gezeigten Abschnitt ein Stop-Codon. Dadurch bricht die Translation verfrüht ab, ein verkürztes funktionsloses Enzymprotein wird gebildet. Der zugehörige Stoffwechselschritt kann nicht ablaufen mit evtl. gravierenden Folgen für den Stoffwechsel

A1) zur Enzymatik



Der Zusammenhang zwischen der Reaktionsgeschw. der Enzymreaktion zeigt sich grafisch als Sättigungskurve mit einem proportionalen Anstieg bei niedrigen und einem horizontalen Verlauf bei hohen Substratkonz. Ersterer erklärt sich durch die proportional zunehmende Belegung des aktiven Zentrums des Enzyms mit Substrat: umso höher ist die Aktivität (Umsatzrate) des Enzyms. Das Abflachen des Kurvenverlaufs bei zunehmend höherer Substratkonzentrat ist darauf zurückzuführen, dass zu wenig Enzymmoleküle vorhanden sind um weiteres Substrat anzulagern und umzusetzen \Rightarrow Sättigungseffekt.

A2a) Bsp.: die Laktase, sie ist absolut **substratspezifisch** für den Doppelzucker Laktose; nur dieses Substrat kann sich erfolgreich am aktiven Zentrum binden und entsprechend der **Wirkungsspezifität** der Laktase umgesetzt werden \Rightarrow Spaltung der Laktose zu zwei Einfachzuckern.

b) z.B. Abhängigkeit der Enzymaktivität von der Temperatur: Kurve gem. Abb. 2, S. 26. RGT-Regel, Enzymdenaturierung (thermisch bedingter Verlust der aktiven Tertiärstruktur \Rightarrow Funktionsverlust)

Bsp. pH-Abhängigkeit \Rightarrow Diskussion einer Optimumskurve, Abweichungen vom optimalen pH führen zu funktionsmindernden Veränderungen der Tertiärstruktur infolge des Einflusses des pH auf die Ionenbindungen, die zur Stabilisierung der Tertiärstruktur des Enzyms beitragen.