1 Waldhonig gewinnen die Bienen aus dem Honigtau, einem Sekret, das von Blatt­läusen ausgeschieden wird.

Die Erlose ist ein Trisaccharid, das mit bis zu 6 % im Waldhonig enthalten ist.



1.1 Bei der Spaltung der Erlose entsteht ein Gemisch aus Mono-und Disacchariden.

• Zeichnen Sie die entstehenden Monosaccharid-Moleküle in der Fischer-Pro­jek­tion und benennen Sie diese.

• Geben Sie die Namen der Disaccharide an, die bei der Spaltung entstehen. 4

1.2 Ob Saccharide eine reduzierende Wirkung besitzen, lässt sich durch die Tollens-Probe (Silberspiegelprobe) überprüfen.

• Beschreiben Sie die experimentelle Durchführung der Tollens-Probe.

• Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Tollens-Probe am Beispiel von D-Glucose unter Verwendung von Strukturformeln.

• Begründen Sie das zu erwartende Ergebnis der Tollens-Probe mit Erlose. 4

2 Im Waldhonig sind neben den verschiedenen Zuckern auch Aminosäuren wie zum Bei­spiel Valin enthalten.



2.1 • Begründen Sie, ob es sich bei dem dargestellten Valin-Molekül um ein D-oder   
L-Aminosäure-Molekül handelt.

• Geben Sie den systematischen Namen von Valin an.

• Erläutern Sie den Begriff der Chiralität am Beispiel von Valin. 5

2.2 Eine trockene Valin-Probe wird im Reagenzglas stark erhitzt, wobei sich Valin zersetzt ohne vorher zu schmelzen. Die bei der Zersetzung entstehenden Dämpfe werden über ein mit Wasser befeuchtetes Universalindikatorpapier geleitet, das sich dabei blau färbt.

• Erklären Sie das Verhalten des Valins beim Erhitzen und die Farbänderung des Indikatorpapiers. 3

2.3 In einem Experiment wird eine wässrige Valin-Lösung auf zwei Reagenzglaser ver­teilt. In das eine Reagenzglas wird verdünnte Natronlauge, das andere Reagenz­glas verdünnte Salzsäure gegeben.

• Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen für die in den Lösungen ablaufenden Reak­tionen.

• Beschreiben Sie eine der beiden Reaktionen mithilfe der Theorie von Brønsted.

### Lösungen

1.1 **Strukturformeln der entstehenden Monosaccharide:**



**Namen der entstehenden Disaccharide:**

Bei der Spaltung der Erlose entstehen die Disaccharide Maltose (zwei D-Glucose-Bau­stei­ne -(1→ 4)-glykosidisch ver­knüpft) und Saccharose (-D-Glucose und -D-Fructo­se (1→ 2)-glykosidisch verknüpft).

|  |  |
| --- | --- |
| r  r  r  r  r  r  r  r  r  r  r  r  r  r  r  r  rrrrrrrrrrrrrrr | Die Strukturformeln der Disaccharide sind nicht verlangt:    In der abgebildeten Erlose-Formel, sowie der Formel für die Saccharose, ist der Fruc­to­se-Ring um 180 ° um eine Achse durch die Mitte zwischen C3 und C4 sowie das Ring-Sauer­stoffatom gedreht. Macht man diese Drehung gedanklich rückgängig, so erkennt man die übliche Darstellung der Fruc­tose. |

1.2 **Durchführung der Tollens-Probe:**

Eine Silbernitrat-Lösung wird mit so viel Ammoniak-Lösung versetzt, bis sich der ent­ste­hen­de Niederschlag zum löslichen Silber-Diammin-Komplex umgesetzt hat. Dazu gibt man eine wässrige Lösung des zu untersuchenden Zuckers.

Das Reaktionsgemisch wird in ein kochendes Wasserbad gestellt. Nach einigen Minuten bil­det sich im Idealfall ein Silberspiegel, ansonsten ist ein braun-schwarzer Niederschlag von kolloidalem Silber zu beobachten.

**Reaktionsgleichung für die Tollens-Probe mit Glucose:**



**Tollens-Probe mit Erlose:**

Die Tollens-Probe mit Erlose wird negativ ausfallen. Da die OH-Gruppen an den ano­me­ren C-Atomen die glykosidischen Bindungen ausbilden, können sich die Rin­ge nicht mehr öffnen und es ist daher keine reduzierende Aldehyd-Gruppe vorhanden.

2.1 **D- / L-Form von Valin:**

Um feststellen zu können, ob es sich bei der abgebildeten Form um die Darstellung von D- oder L-Valin handelt, werden die C-Atome 1 und 2 mit ihren Substituenten um die Ach­se zwischen C2 und C3 um 180° gedreht. Alle Substituenten stehen dann so, dass eine Projektion in die Ebene (in der Skizze durch gestrichelte Pfeile und „Licht“ ge­kenn­zeich­net) nach Fischer erfolgen kann. In der resultierenden Fischer-Projektion weist die Ami­no-Gruppe am chiralen -C-Atom nach rechts. Es handelt sich daher um D-Valin.

|  |  |
| --- | --- |
| r  r  r  r  r  r  r  r  r  r |  |

**Systematischer Name von Valin:**

|  |  |
| --- | --- |
| r  r  r  r | An der Formel erkennt man, dass die längste Kohlenstoffkette vier C-Atome umfasst. Die Grup­pe mit der höchsten Priorität ist darin die COOH-Gruppe. Der Stammname ist also Bu­tan­säure. Am zweiten C-Atom ist die Amino-Gruppe gebunden; am dritten C-Atom ist eine Methyl-Gruppe gebunden. |

Der systematische Name von Valin lautet: **2-Amino-3-methyl-butansäure**

**Chiralität:**

|  |  |
| --- | --- |
| r  r  r  r  r  r  r  r  r  r  rrrrrrrr | Der Begriff „Chiralität“ stammt aus dem Griechischen und bedeutet „Händigkeit“: Die lin­ke und rechte Hand einer Person sind nicht zur Deckung zu bringen, da sie sich wie Bild und Spiegelbild verhalten. In gleicher Weise sind Bild und Spiegelbild – die beiden En­an­tiomere – eines chiralen Moleküls inkongruent. Ein Molekül ist dann chiral, wenn es keine Spiegelebene aufweist. |

Die proteinogenen -Aminosäuren sind bis auf das Glycin allesamt durch mindestens ein asym­metrisch sub­stituiertes C-Atom und damit durch das Fehlen einer Spie­gel­ebe­ne aus­ge­zeich­net.

Das Enantiomer zu einem gegebenen Molekül kann man durch die Spiegelung seiner Fischer-Projektionsformel entlang einer (imaginären) senkrecht zur Papierebene stehen­den Ebene darstellen.



Die beiden Darstellungen rechts repräsentieren das gleiche Molekül L-Valin, da das dritte C-Atom nicht chiral ist.

2.2 **Verhalten von Valin beim Erhitzen:**

Aminosäuren liegen im Festkörper in der Zwitterionenform vor. Die elektrostatischen Wech­sel­wirkungen zwischen den protonierten Aminogruppen und den Carboxylat­grup­pen sind so groß, dass beim Erhitzen zuerst kovalente Bindungen in den jeweiligen Amino­säurebausteinen gebrochen werden, bevor sie als Ganzes gegeneinander beweglich wer­den. Daher zersetzen sich Aminosäuren beim Erhitzen.

Da­bei entsteht aus den Aminogruppen Ammoniak, das ein feuchtes Indikatorpapier wegen der basischen Reaktion mit Wasser blau färbt.



2.3 **Reaktionsgleichungen:**

In destilliertem Wasser gelöstes Valin liegt überwiegend in der Zwitterionenform vor. Gibt man dazu Natronlauge, so läuft folgende Reaktion ab:



Die Zugabe von Salzsäure wird hingegen durch die folgende Reaktionsgleichung be­schrieben:



**Brønsted-Theorie:**

Nach der Theorie von Brønsted sind Säure-Base-Reaktionen Protonenübertragungs­reak­tionen von einem Protonendonor auf einen Protonenakzeptor.

Im gegebenen Beispiel können die Valin-Zwitterionen gegenüber Natronlauge als Pro­to­nen­donor wirken. Das Proton wird dabei von der protonierten Aminogruppe auf die Hy­dro­xid-Ionen (Protonenakzeptoren) übertragen. Bei einer Salzsäurezugabe wirken da­ge­gen die Oxo­nium-Ionen als Protonenspender und die Carboxylat-Gruppen der Zwitter­io­nen als Pro­to­nen­akzeptoren.