

CH 2.1 细胞中的元素和化合物

Y. K. Fu

1

1

本节聚焦

- 细胞中常见的元素有哪些？
- 组成细胞的主要化合物有哪些？
- 怎样检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质？

2

2

问题探讨

比较组成地壳和组成细胞的部分元素的含量，你能提出什么问题？就自己提出的问题与其他同学交流。

组成地壳和组成细胞的部分元素的含量（%）表

元素	地壳	细胞
O	48.60	65.0
Si	26.30	极少*
C	0.087	18.0
N	0.03	3.0
H	0.76	10.0

*Si在某些植物细胞中含量较多，如硅藻、禾本科植物。

3

3

问题探讨

生物界 v.s. 无机自然界

元素

统一性 种类 含量 差异性

4

4

CH 2.1.1 组成细胞的元素

组成细胞的化学元素20+

大量元素 (macroelement) 微量元素 (microelement)

5

5

CH 2.1.1.1 大量元素

大量元素	C	H	O	N	P	S	K	Ca	Mg
糖类	C	H	O (N)						
脂质	C	H	O (N) (P)						
蛋白质	C	H	O	N		(S)			
核酸	C	H	O	N	P				
水		H	O						

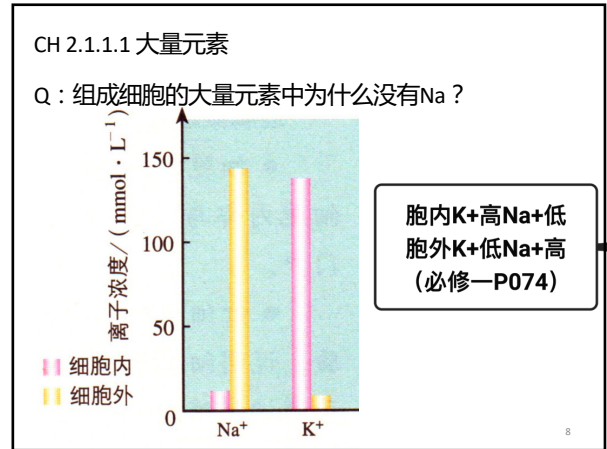
6

6

CH 2.1.1.1 大量元素

大量元素	C	H	O	N	P	S	K	Ca	Mg
主要	C	H	O	N	P	S			
基本	C	H	O	N					
最基本	C								
鲜重中最多			O						

7



8

CH 2.1.1.1 大量元素

生理盐水 (必修—P009、P022)
水进出哺乳动物红细胞原理 (必修—P063)
小肠上皮细胞吸收葡萄糖、氨基酸 (必修—P069)
钾离子通道、钠钾泵 (必修—P067、069)

9

比较组成玉米细胞和人体细胞的元素及含量

玉米细胞和人体细胞的部分元素及含量 (干重, 质量分数)

元素	玉米细胞	人体细胞
C	43.57	55.99
H	6.24	7.46
O	44.43	14.62
N	1.46	9.33
K	0.92	1.09
Ca	0.23	4.67
P	0.20	3.11
Mg	0.18	0.16
S	0.17	0.78

左表是玉米细胞和人体细胞内含量较多的化学元素的种类及其含量。要分析细胞中各种元素及含量是非常复杂的事情, 因此, 呈现出来的数据一般都是大概的。

10

比较组成玉米细胞和人体细胞的元素及含量

玉米细胞和人体细胞的部分元素及含量 (干重, 质量分数)

元素	玉米细胞	人体细胞
C	43.57	55.99
H	6.24	7.46
O	44.43	14.62
N	1.46	9.33
K	0.92	1.09
Ca	0.23	4.67
P	0.20	3.11
Mg	0.18	0.16
S	0.17	0.78

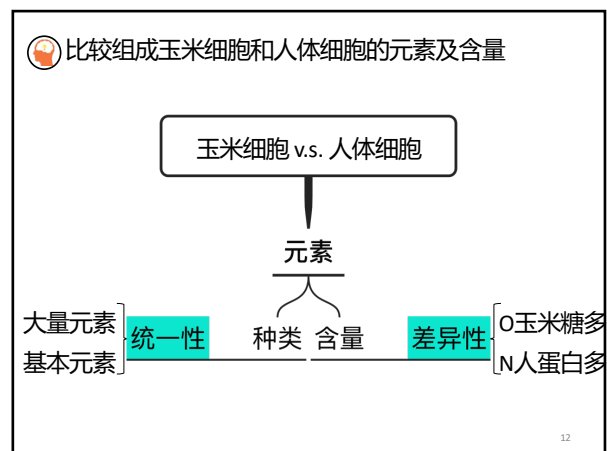
基本元素: C, H, O, N, K, Ca, P, Mg, S

大量元素: C, H, O, N, K, Ca, P, Mg, S

玉米细胞: 95.70, 97.40

人体细胞: 87.40, 97.21

11



12

比较组成玉米细胞和人体细胞的元素及含量

1. 在玉米细胞和人体细胞中含量较多的四种元素一样吗？怎样解释这种现象？

在玉米细胞和人体细胞中含量较多的四种元素是一样的，都是C、H、O、N。这是因为玉米和人都是生物，组成它们的主要成分都是水、糖类、脂类和蛋白质等物质，这些物质含有C、H、O，蛋白质中还含有大量的N元素。

13

13

比较组成玉米细胞和人体细胞的元素及含量

2. 细胞中有些元素含量很少，是否意味着它们不重要？

提示：细胞中有些元素含量很少，但是却有重要作用，如在玉米细胞中，S只有0.17%，Mg只有0.18%，但很多蛋白质都含有S，叶绿体中的叶绿素分子就含有Mg，如果缺少S或Mg，细胞就不能合成这些蛋白质或叶绿素。

14

14

比较组成玉米细胞和人体细胞的元素及含量

3. 比较组成玉米细胞和人体细胞中的元素种类和含量，你还能得出哪些结论？

提示：组成玉米细胞中O元素的含量明显要高于人体细胞，而N元素的含量明显又低于人体细胞，这说明玉米细胞和人体细胞中的不同有机物的含量有差别，如玉米细胞中的糖类要多一些，而人体细胞中的蛋白质的含量要多一些；C元素的含量也有区别，这与玉米和人体的物质和结构组成有关。

15

15

CH 2.1.1.2 微量元素

新	铁	臂	阿	童	木	猛
Zn	Fe	B	□	Cu	Mo	Mn



Q1: 细胞内含量很少的元素都是微量元素吗？

A1: 否，e.g., 铅、汞

Q2: 微量元素是否不重要？

A2: 否

16

16

CH 2.1.1.2 微量元素

新	铁	臂	阿		木	猛
Zn	Fe	B	□		Mo	Mn

Menkes综合征：

罕见的先天性铜代谢异常遗传疾病，患者多处器官因缺乏铜而呈现病症，尤其是神经系统，寿命一般不超过3岁。

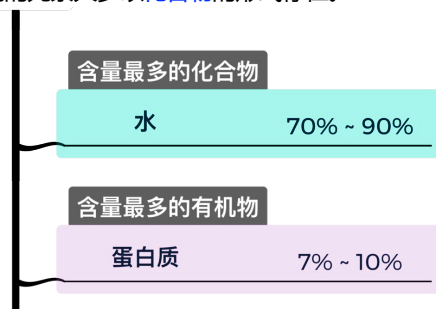


17

17

CH 2.1.2 组成细胞的化合物

组成细胞的元素大多以化合物的形式存在。



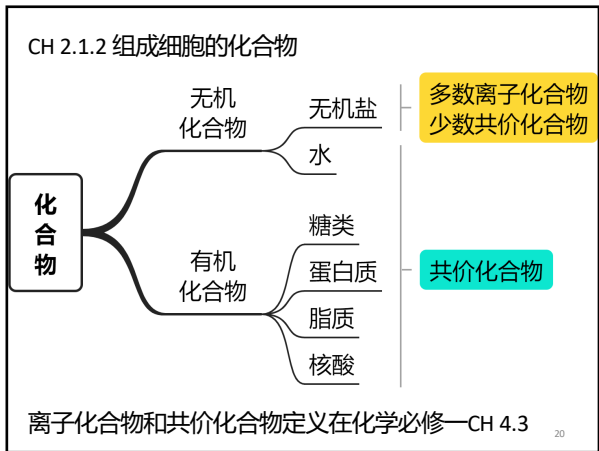
18

18

糖类 and 核酸	1% ~ 1.5%
脂质	1% ~ 2%
无机盐	1% ~ 1.5%

不同生物组织的细胞中各种化合物的含量是有差别的，有的还相差悬殊。日常膳食中不同食物要合理搭配。

19



20

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

•原理
某些化学试剂能够使生物组织中的相关化合物产生特定的颜色反应。

颜色反应	还原糖	斐林试剂	砖红色沉淀
	蛋白质	双缩脲试剂	紫色复合物
	脂肪	苏丹III	染成橘黄色

21

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

•目的要求
尝试用化学试剂检测生物组织中的糖类、脂肪或蛋白质。

22

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

•材料用具

实验材料	梨匀浆	实验材料应尽量白色或接近白色，不干扰实验结果。 Q: 哪些用来检测还原糖, 哪些用来检测脂肪, 哪些用来检测蛋白质? A: 每种材料都要检测还原糖、脂肪、蛋白质!
	葡萄匀浆	
	白萝卜匀浆	
	花生种子	
	豆浆	
	鲜肝提取液	
	鸡蛋清稀释液	

23

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

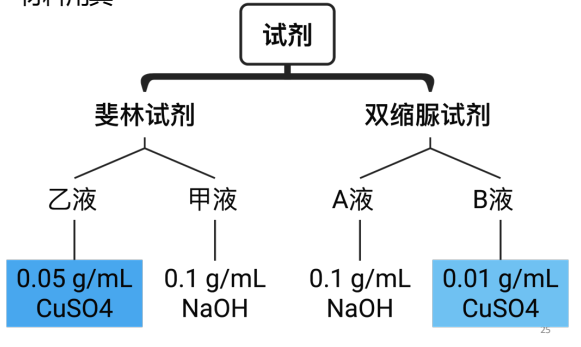
•材料用具

仪器	刻度试管、试管架、试管夹
	大、小烧杯、滴管、小量筒
	酒精灯、三脚架、石棉网、火柴
	载玻片、盖玻片、显微镜
	刀片、毛笔、吸水纸等

24

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

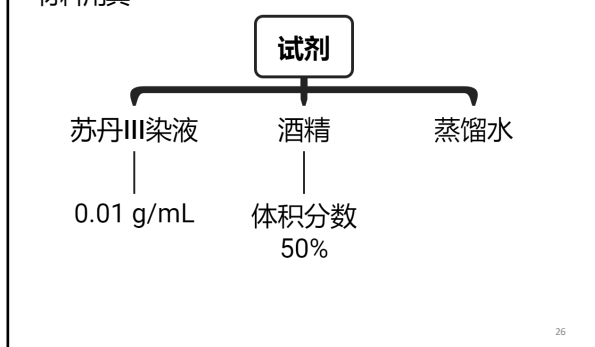
•材料用具



25

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

•材料用具



26

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

•方法步骤

1. 实验材料、仪器和试剂的选择

每组从教师提供的实验材料中选择一两种，预测其中含有哪些有机化合物，再选择所需要的仪器和试剂。

2. 设计记录表格，记录预测结果，然后按照实验步骤进行检测，用“+”或“-”记录实验结果。

27

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

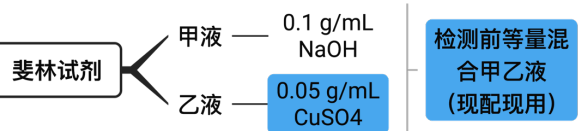
实验材料	还原糖	蛋白质	脂肪
梨匀浆			
葡萄匀浆			
白萝卜匀浆			
豆浆			
鲜肝提取液			
鸡蛋清稀释液			
花生种子			

3. 检测的方法步骤

28

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

(1) 还原糖的检测和观察



斐林试剂实质：

①新制Cu(OH)₂（化学必修二P084）

②含有Cu²⁺的碱性溶液（2017年全国卷I生物选择题2）

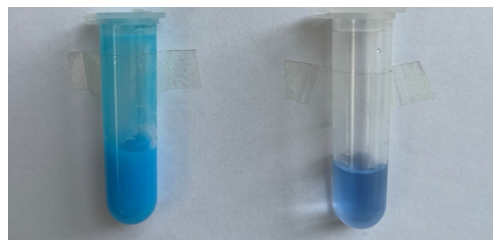
碱性环境中的Cu(OH)₂ / Cu²⁺可被被还原糖还原成Cu₂O

29

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

(1) 还原糖的检测和观察

斐林试剂	双缩脲试剂
1 mL 甲液 + 1 mL 乙液	1 mL A液 + 4滴 B液



30

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

(1) 还原糖的检测和观察

试管内注入2 mL待测组织样液



31

31

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

(1) 还原糖的检测和观察

甲液和乙液等量混合制成斐林试剂



32

32

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

(1) 还原糖的检测和观察

试管内注入1 mL斐林试剂，摇匀



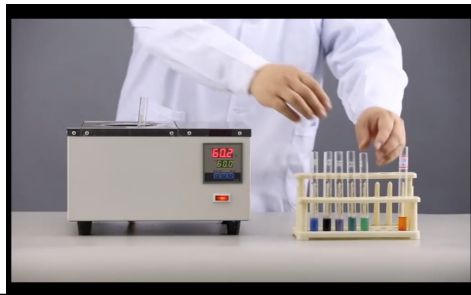
33

33

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

(1) 还原糖的检测和观察

50 ~ 65 °C水浴2 min



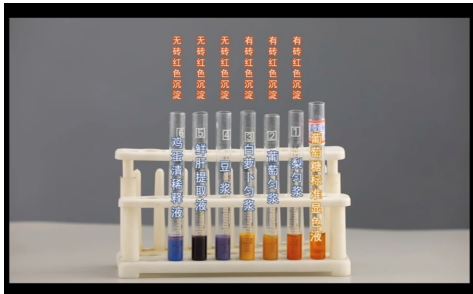
34

34

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

(1) 还原糖的检测和观察

观察颜色变化

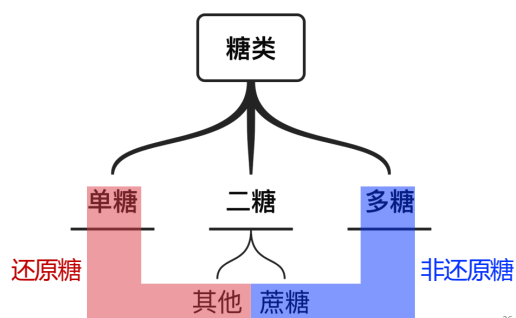


35

35

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

(1) 还原糖的检测和观察

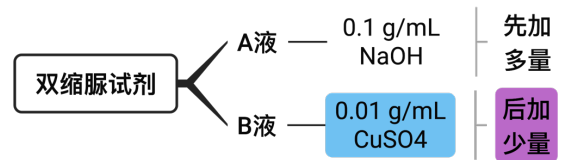


36

36

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

(2) 蛋白质的检测和观察



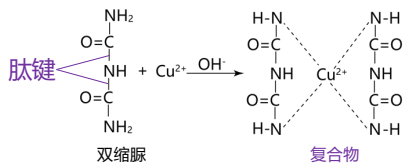
双缩脲试剂实质：含有Cu²⁺的碱性溶液
具有2个或2个以上相邻肽键的结构可以和碱性环境中的Cu²⁺形成紫色复合物。

37

37

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

(2) 蛋白质的检测和观察



蛋白质具有大量相邻肽键结构。在碱性环境中，蛋白质变性，相邻肽键结构裸露出来与Cu²⁺形成紫色复合物。
双缩脲试剂能不能检测氨基酸、二肽。

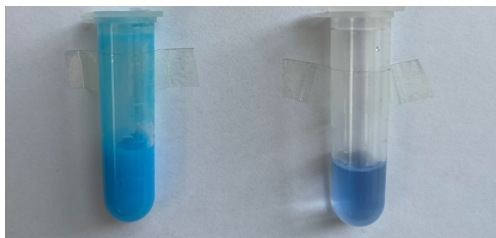
38

38

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

(1) 还原糖的检测和观察

斐林试剂	双缩脲试剂
1 mL 甲液 + 1 mL 乙液	1 mL A液 + 4滴 B液



39

39

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

(2) 蛋白质的检测和观察

向试管内注入待测组织样液2 mL



40

40

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

(2) 蛋白质的检测和观察

试管内注入双缩脲试剂A液1 mL，摇匀



41

41

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

(2) 蛋白质的检测和观察

试管内注入双缩脲试剂B液4滴，摇匀



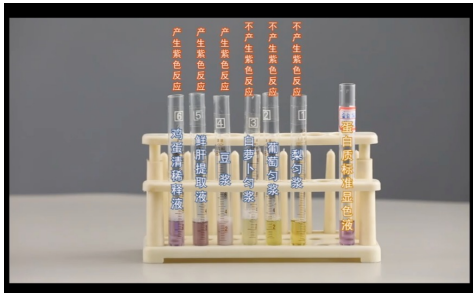
42

42

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

(2) 蛋白质的检测和观察

观察颜色变化



43

43

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

比较项目	斐林试剂	双缩脲试剂
作用	检测还原糖	检测蛋白质
成分	甲:0.1 g/mL NaOH 乙:0.05 g/mL CuSO ₄	A:0.1 g/mL NaOH B:0.01 g/mL CuSO ₄
组分	• 加样本2 mL	• 加样本2 mL
添加	• 等量混合甲乙	• 加A 1 mL,
顺序	• 加混合液1 mL	• 加B 4滴。

44

44

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

比较项目	斐林试剂	双缩脲试剂
反应条件	碱性环境 加热*	碱性环境 常温
原理	碱性环境中的Cu(OH) ₂ / Cu ²⁺ 可被还原糖还原成Cu ₂ O砖红色沉淀	碱性环境中蛋白质变性，肽键裸露，与Cu ²⁺ 形成紫色复合物。

*可使用50~65℃水浴（必修一P018）、沸水浴（必修一P081）、酒精灯加热（选修二P066），温度越高反应越快。

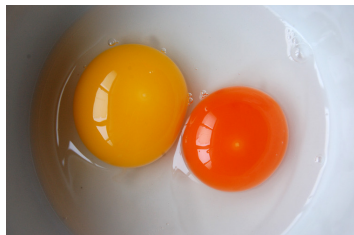
45

45

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

(3) 脂肪的检测和观察

苏丹红事件



46

46

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

(3) 脂肪的检测和观察

取材：取浸泡过花生种子，去掉种皮



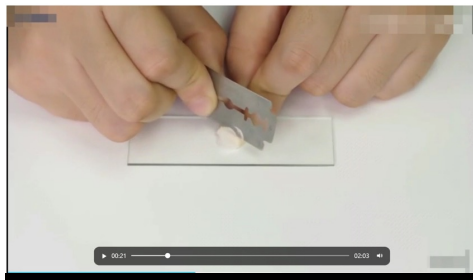
47

47

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

(3) 脂肪的检测和观察

切片：用刀片在花生子叶的横断面上平行切下若干薄片，放入盛有清水的培养皿中



48

48

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

（3）脂肪的检测和观察

制片：从培养皿中选取最薄的切片，用毛笔蘸取放在载玻片中央



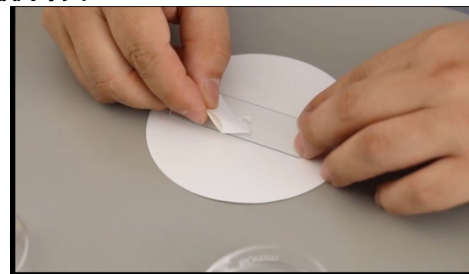
49

49

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

（3）脂肪的检测和观察

制片：从培养皿中选取最薄的切片，用毛笔蘸取放在载玻片中央



50

50

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

（3）脂肪的检测和观察

制片：在花生子叶薄片上滴2~3滴苏丹Ⅲ染液，染色3 min



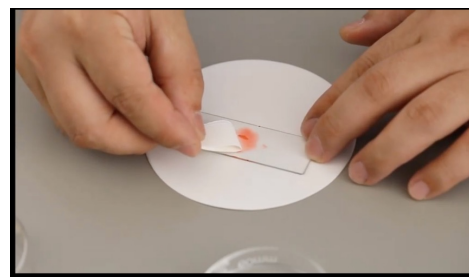
51

51

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

（3）脂肪的检测和观察

制片：用吸水纸吸去染液



52

52

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

（3）脂肪的检测和观察

制片：滴加1~2滴体积分数为50%的酒精溶液，洗去浮色



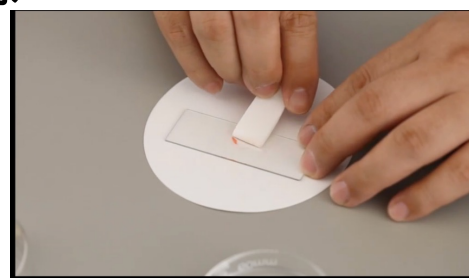
53

53

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

（3）脂肪的检测和观察

制片：用吸水纸吸去花生子叶周围的酒精，滴一滴蒸馏水



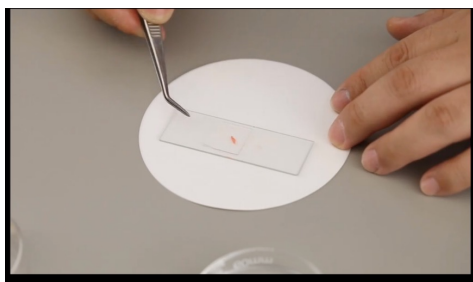
54

54

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

（3）脂肪的检测和观察

制片：盖上盖玻片，制成临时装片



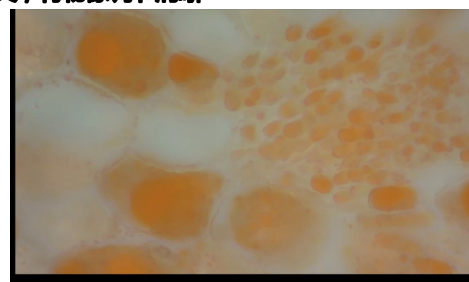
55

55

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

（3）脂肪的检测和观察

观察：在低倍镜下找到花生子叶的最薄处，移到视野中央，将物像调节清晰



56

56

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

（3）脂肪的检测和观察

观察：换高倍镜观察，视野中被染成橘黄色的脂肪颗粒清晰可见



57

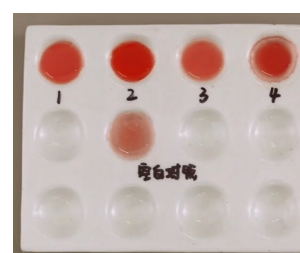
57

检测生物组织中的糖类（还原糖）、脂肪和蛋白质

（3）脂肪的检测和观察

Q：鉴定脂肪实验一定要用显微镜吗？

A：鉴定液体材料时候不用显微镜。



58

58

练习与应用：一、概念检测

1. 基于对细胞元素组成、元素含量等的认识，判断下列相关表述是否正确。

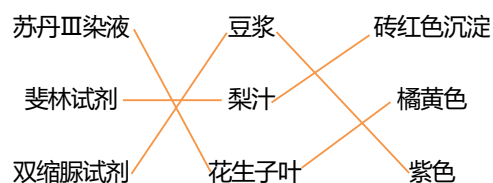
- （1）细胞中不存在无机自然界没有的特殊元素 ✓
- （2）细胞中微量元素含量最少，作用也很微小 ✗
- （3）不同种类的细胞其组成元素和化合物种类基本相同，但含量往往有一定的差异，这既体现了细胞的统一性，又反映了细胞的多样性 ✓

59

59

练习与应用：一、概念检测

2. 将下列试剂与相应的待测样品、相应的实验结果用线连接起来。



60

60

练习与应用：一、概念检测

3. 在下列有机化合物中，人体细胞内含量最多的一种是

(**C**)

- A. 脂质 B. 糖类
C. 蛋白质 D. 核酸

61

61

练习与应用：一、概念检测

4. 科学家在研究生物体的化学成分时，发现组成生物体的元素在无机自然界中也都存在，这一事实主要说明

(**B**)

- A. 生物来源于非生物
B. 生物界与无机自然界具有统一性
C. 生物界与无机自然界具有差异性
D. 生物与非生物在元素组成上没有区别

62

62

二、拓展应用

1. 组成细胞的元素追根溯源来自无机环境，为什么细胞内各种元素的比例与无机环境的大不相同？

细胞是生命活动的基本单位，虽然组成细胞的元素来自无机环境，但是构成细胞的主要元素C、H、O、N含量与无机环境差异很大，这与细胞内的有机化合物如糖类、脂质、蛋白质和核酸有关。

63

63

二、拓展应用

2. 将细胞内含有的各种物质配齐，并按照它们在细胞中的比例放在一个试管中，能构成个生命系统吗？为什么？
不能。因为生命系统内部是一个严谨有序的结构，不是由物质随意堆砌而成的。

64

64