

сителя на деятельной и недейтельной поверхности корней. При третьем погружении корня в раствор метиленовая синяя поглощается только деятельной (рабочей) поверхностью корневой системы.

Ход работы. В три бюкса наливают 0,0003 н. раствор метиленовой синей, объем которого должен быть примерно в 10 раз больше объема корневой системы. В четвертый бюкс наливают раствор CaCl_2 . Корни растений обсушивают фильтровальной бумагой и последовательно погружают в три бюкса с раствором метиленовой синей на полторы минуты в каждый. После каждого погружения дают возможность раствору красителя стечь в тот же бюкс, из которого вынуты корни. Уменьшение концентрации метиленовой синей определяют, сравнивая найденную для каждого бюкса концентрацию, после погружения корней, с исходной, то есть с 0,0003 н. раствором. Чтобы повысить точность определения, перед установлением концентрации метиленовой синей растворы в бюксах и исходный раствор разбавляют в 10 раз (1 часть раствора + 9 частей дистиллированной воды).

По количеству поглощенной метиленовой синей в первых двух бюксах рассчитывают общую адсорбирующую поверхность корней, по ее количеству, поглощенному в третьем бюксе, — рабочую адсорбирующую поверхность. Разница между общей и рабочей адсорбирующими поверхностями дает представление о недейтельной поверхности корней. Путем деления общей и рабочей поверхности на объем корней находят удельную адсорбирующую поверхность корней.

Окрашенные корни, после извлечения из третьего бюкса, промывают водой и помещают в бюкс с CaCl_2 . Метиленовая синяя, несущая положительный заряд, в результате обменной адсорбции ионов Ca^{2+} выделяется из корней и окрашивает раствор в синий цвет.

Концентрацию метиленовой синей определяют колориметрически на фотоэлектроколориметре. Калибровочный график для количественного определения метиленовой синей готовят заранее. Концентрация 0,0003 н. раствора соответствует 112 мг метиленовой синей на 1 литр. Результаты опыта записывают в таблицу и делают выводы.

2. Определение адсорбирующей поверхности корней

Вариант	Номер бюкса	Объем раствора метиленовой синей в бюксе, мл	Масса метиленовой синей в бюксе, мг			Адсорбирующая поверхность, м ²		
			до погружения корней	после погружения корней	поглощенной	общая	рабочая	недействительная
Контроль	1							
	2							
	3							
Опыт	1							
	2							
	3							

Контрольные вопросы

1. Как различаются различные части корневой системы по поглонительной способности?
2. Как связана продуктивность растений с физиологической активностью корневой системы?
3. Почему в качестве адсорбируемого вещества при определении общей и рабочей адсорбирующей поверхности корневой системы используется метиленовая синяя?

Работа 3. Антагонизм ионов

Материалы и оборудование. Проростки пшеницы или ячменя, стаканы на 200 мл, марля, парафин, линейка, растворы химически чистых реактивов: 0,12 н. KCl; 0,12 н. CaCl₂; 0,12 н. NaCl.

Вводные пояснения. Чистые соли металлов, не содержащие примесей, всегда влияют на организм токсически. Добавление даже небольшого количества других солей нейтрализует это токсическое действие. Это явление называют антагонизмом солей. Растворы, в которых токсического действия солей нет, называют физиологически уравновешенными. В них комбинации различных концентраций отдельных ионов находятся в таких соотношениях, при которых растения будут лучше развиваться.

Антагонистическое действие солей обуславливается влиянием ионов на физико-химические свойства цитоплазмы. Очевидно, здесь прежде всего имеет значение противоположное влияние разных ионов на коагуляцию коллоидов и степень их оводненности. Как избыточное, так и потери воды цитоплазмой вызывают нарушение нормального хода обмена веществ в клетках. При смене количественного соотношения концентраций двух солей их одностороннее действие на гидратацию коллоидов цитоплазмы не проявляется.

Ход работы. Проростки пшеницы или ячменя выращивают на растворах солей. Растворы солей наливают в стаканы емкостью 200 мл, натягивают на них пропарафиненную марлю. В марле делают 7 отверстий, в которые заделывают проростки. Перед высадкой у проростков измеряют длину корневой системы, находят среднее значение. Банки обвертывают плотной, не пропускающей свет бумагой, выставляют на свет. Водные растворы солей готовят в соответствии с таблицей. Концентрация исходных растворов солей составляет 0,12 н. Это: KCl — 6,21 г/л, NaCl — 4,87 г/л, CaCl₂ — 4,16 г/л.

3. Приготовление растворов солей

Раствор	Номер стакана				
	1	2	3	4	5
Состав раствора	KCl	NaCl	CaCl ₂	KCl + CaCl ₂	KCl + NaCl + CaCl ₂
Количество, мл	200	200	200	150+50	100+50+50

Через 7–10 дней проростки извлекают из раствора и вновь измеряют корневую систему. Результаты заносят в таблицу, делают выводы о влиянии растворов солей на рост растений.

4. Определение влияния растворов солей на рост растений

Длина, см	Номер стакана				
	1	2	3	4	5
Корневая система проростков					
Перед началом опыта					
После окончания опыта					
Надземная часть проростков					
Перед началом опыта					
После окончания опыта					

Контрольные вопросы

1. Что лежит в основе токсического действия растворов химически чистых солей на живые организмы?
2. Какое явление называют антагонизмом ионов?
3. Какие растворы называют уравновешенными и неуравновешенными?
4. Чем обуславливается антагонистическое действие солей?

Работа 4. Определение содержания золы в различных частях растений

Материалы и оборудование. Различные части растений (стебли, листья, семена), муфельная печь, тигли, щипцы для тиглей, вытяжной шкаф, весы, эксикатор, азотная кислота, 10% перекись водорода, бюксы, сушильный шкаф.

Вводные пояснения. При сжигании растительного материала углерод, азот и водород улетучиваются в виде углекислого газа, воды и молекулярного азота. Остающийся после сжигания растений остаток (зола) содержит элементы, называемые зольными. Содержание зольных элементов в растениях весьма непостоянно и изменяется под влиянием внешних условий в довольно широких пределах, но при этом количественное соотношение элементов в различных органах растений остается более или менее постоянным. Содержание зольных элементов в различных растениях и в разных частях одного и того же растения весьма различно и зависит от состава почвы, физиологических особенностей и возраста растения, а также от соотношения между живыми и мертвыми клетками в исследуемых частях растений. Из всех органов наиболее богаты зольными элементами листья (10–15%). В листьях картофеля содержится 5–13% золы, свеклы — 11–12, репы — 8–15%. В семенах содержится около 3% золы, в корнях и стеблях — 4–5%, в древесной коре — около 7%. Меньше всего золы в древесине, содержащей в основном мертвые оболочки клеток и состоящей, преимущественно, из углерода, кислорода и водорода, улетучивающихся при сжигании, — около 1%.

Ход работы. Чисто вымытый и прокаленный тигель взвешивают с точностью до 0,01 г, помещают в него 3–5 г измельченной воздушно-сухой массы растений и ставят в муфельную печь. Первые 20–30 минут муфельную печь плотно не закрывают. После того, как прекратится выделение дыма и масса обуглится, тигли

вынимают и охлаждают. Для ускорения озоления добавляют по 1 мл азотной кислоты и 10% перекиси водорода.

После этого навеска вновь ставится в муфельную печь на 30–40 минут. Затем вновь вынимают тигли, охлаждают, добавляют окислители, и так до полного сжигания. По окончании сжигания охлажденные тигли вновь взвешивают. Параллельно определяют влажность растительного материала: высушивание проводят при температуре 105° С, расчет процента золы ведут по абсолютно сухой навеске. Результаты записывают в таблицу, делают выводы.

5. Определение влажности растительного материала

Вариант	Повторность	Масса навески, г		Масса испарившейся воды, г	Влажность, %
		воздушно-сухой	абсолютно сухой		

6. Определение количества золы в растительном материале

Вариант	Часть растения	Номер бюкса	Масса тигля, г			Абсолютно сухая масса, г		Содержание золы, %
			пустого	с материалом	с золой	материала	золы	

Контрольные вопросы

1. Почему некоторые элементы минерального питания называют зольными?
2. Какие элементы входят в состав золы растений?
3. Какие факторы влияют на содержание зольных элементов в различных растениях и их частях?