

ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ
Агрономический факультет

Оценка состояния и пути экологизации агроландшафтов

Учебное пособие для лабораторно-практических занятий
магистрантов

Новосибирск
2022

УДК 631.95

Коробова Л.Н. Оценка состояния и пути экологизации агроландшафтов: Учебное пособие для лабораторно-практических занятий магистрантов / Новосибир. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2022. – 111 с. – Текст электронный.

Рецензент: канд. пед. наук, доц. Е.Г. Медяков

Учебное пособие предназначено для обучающихся в магистратуре по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение.

Содержит лабораторно-практические занятия по основным разделам курсов «Экологические противоречия в сельском хозяйстве», «Сообщество агроландшафтов» и «Экологизация агроландшафтов».

Утверждено и рекомендовано к изданию учебно-методическим советом агрономического факультета (протокол № 2 от 30 сентября 2022 г.)

Коробова Л.Н., 2022
Новосибирский ГАУ, 2022

Введение

Агроландшафт – это часть природного ландшафта, выделенная по ведущим агроэкологическим факторам и предназначенная для организации производства сельскохозяйственных культур и удовлетворения потребностей сельскохозяйственных животных и человека. Экологические проблемы в агроландшафтах относятся к категории универсальных, то есть встречающихся в мире повсеместно, т.к. современные технологии земледелия и животноводства отличаются мощным воздействием на окружающую среду.

Это механическое воздействие (обработка почвы, осушение, орошение, выпас скота), воздействие химического характера (удобрения, пестициды, стимуляторы роста, дефолианты, десиканты), биологическое воздействие (посев и посадка растений, микробные препараты, применение энтомофагов, вермикультура, внедрение новых культур и т.д.). Антропогенная нагрузка во многих агроландшафтах превышает их экологическую емкость, т.е. ту нагрузку, которую способен воспринять агроландшафт, сохраняя экологическую и производственную устойчивость.

В результате этого отдельные свойства компонентов ландшафта изменяются настолько, что нарушаются заданные агроландшафту социально-экономические функции.

Изложенные в данном учебном пособии лабораторно-практические работы и теоретические пояснения к ним дают возможность студентам познакомиться с экологическими противоречиями, возникающими в ходе сельскохозяйственной деятельности, методиками оценки состояния биоты и численности отдельных агрономически вредных видов, а также составить представление о подходах к оптимизации ландшафтной среды. Цель такой оптимизации – достижение сбалансированного соотношения между эксплуатацией агроландшафтов, их охраной и целенаправленным преобразованием, что даст возможность экологизировать территорию и получать на ней безопасную продукцию высокого качества.

БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Цель: научиться проводить биоэнергетическую оценку технологий и сельскохозяйственных культур, выявить биоэнергетические различия ресурсосберегающих и традиционных технологий земледелия, севооборотов и бессменного посева культуры.

Сельское хозяйство – особая отрасль материального производства, где соединяются естественные функции потребляющего энергию животного и накапливающего эту энергию растительного сообщества, которая воспроизводится в растениях, образуясь в процессе фотосинтетической деятельности.

В энергетическом балансе агроценоза основным источником энергии, обеспечивающим формирование урожая, является солнце. Суммарная радиация, приходящая на 1 га в лесостепной зоне Западной Сибири за вегетационный период зерновых яровых, оценивается в $207,665 \cdot 10^5$ МДж и ФАР (фотосинтетически активная радиация) – $103,414 \cdot 10^5$ МДж, а в степной зоне соответственно – $226,925 \cdot 10^5$ и $113,044 \cdot 10^5$ МДж. Однако большая часть солнечной энергии уходит на транспирацию (35%) и на нагрев растений (14%), тогда как за счет фотосинтеза аккумулируется около 1% суммарной солнечной радиации. В южной лесостепи Западной Сибири за 1977- 1986 гг. коэффициент использования ФАР составил от 0,67% в засушливом году на бессменной пшенице до 1,92% на яровой пшенице, размещенной по чистому пару во влажном году. По мнению А.А. Жученко, энергию, затраченную на транспирацию и нагрев, следует считать "работающей" на урожай, поскольку эти два взаимосвязанных процесса обеспечивают необходимый водный и температурный режим при фотосинтезе. Практически же вклад солнечной энергии в формирование урожая еще выше потому, что она необходима для нагрева почвы до начала вегетационного периода, а также для активной деятельности живых организмов в почве и т.д.

Задача повышения эффективного использования сельскохозяйственной техники, нефтепродуктов, электроэнергии, удобрений и других средств требует тщательного учета энергии на воспроизводстве единицы сельскохозяйственной продукции.

Оценка систем земледелия и ее составляющих в недалеком прошлом базировалась в основном только на экономических показателях (себестоимость продукции, чистый доход, рентабельность производства и др.). За последние 15-20 лет широкое распространение получила

энергетическая оценка эффективности возделывания сельскохозяйственных культур, которая заключается в соотношении количества накопленной энергии растительным сообществом с затратами антропогенной.

Затраты антропогенной энергии – важнейший фактор увеличения производительности в земледелии, требующий значительных расходов не возобновляемого органического топлива, при одновременном увеличении энергетической цены сельскохозяйственной продукции.

В земледелии экономия затрат совокупной энергии на единицу продукции достигается за счет внедрения ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Поэтому возникла необходимость анализа биоэнергетической эффективности севооборотов, технологий и отдельных технологических приемов на этапе их разработки, чтобы предложить производству наиболее энерго- и ресурсосберегающие варианты. Энергетический подход предоставляет возможность количественно определить энергетическую оценку сельскохозяйственной продукции. Он дает возможность количественно определить энергетические затраты и степень их окупаемости при производстве продуктов растениеводства, сравнить агро- фитоценозы по расходу затраченной энергии на единицу общей и товарной продукции при различных системах земледелия, севооборотах и технологиях возделывания сельскохозяйственных культур.

Этот показатель дополняет экономическую оценку (затраты труда, себестоимость продукции, прибыль, рентабельность и т.д.).

Цель и принципы методики

Значимость энергетической оценки возникает из диспропорции между энергопотреблением и энергопроизводством, т.е. это определение степени окупаемости энергетических затрат энергией, накопленной в урожае. Поэтому необходимо определить затраты совокупной энергии (Q) на 1 га по следующим статьям расхода:

- Q_1 – машины и оборудование (без авиации);
- Q_2 – авиация;
- Q_3 – живой труд;
- Q_4 – семена;
- Q_5 – горюче-смазочные материалы (топливо);
- Q_6 – электроэнергия;
- Q_7 – удобрения;

Q_8 – пестициды;

Q_9 – живая тяговая сила;

Q_{10} – конный, ручной инвентарь.

Аккумулятивная продукция солнечная энергия учитывается в целом или в определенной части: зерно, солома, зеленая масса и т.д.

Биоэнергетическая оценка эффективности технологии включает анализ структуры затрат совокупной энергии на 1 га и 1 ц продукции. При этом используются показатели: затраты совокупной энергии на 1 га; выход продукции с 1 га в натуральном исчислении; энергоемкость производства единицы потребительской стоимости; энергетический коэффициент; приращение валовой энергии на 1 га. Количество энергии исчисляется в джоулях (Дж).

Единицы измерения энергии: Дж = 0,2388 ккал., мегаджоуль (МДж) = Дж. • 10^6 = 238,846 ккал, гигаджоуль = Дж • 10^9 .

Занятие 1. РАСЧЕТ ЗАТРАТ СОВОКУПНОЙ ЭНЕРГИИ НА 1 ГА ПОСЕВА В ТРАДИЦИОННОЙ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИЯХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Задание 1-2. Рассчитать затраты совокупной энергии, затраченной на производство, а) яровой пшеницы и б) ячменя в технологиях возделывания культур: традиционной для зоны и в ресурсосохраняющей.

Для выполнения получения исходной информации используйте технологическую карту, рассчитанную на занятиях по дисциплине «Организация труда».

Для расчета используйте энергетические эквиваленты, которые приведены в приложениях 1-5. Они, согласно специфике расчета, условно разделены на 4 группы: эквиваленты на основные, оборотные средства производства, конный и ручной инвентарь и трудовые ресурсы.

1. Вначале определите затраты совокупной энергии, переносимой на продукцию машинами и оборудованием Q_1 и, если есть необходимость, то рассчитайте Q_2 .

Q_1 определяются путем их суммирования по статьям расхода:

$$Q_1 = \sum t_z * i_z, \quad (1)$$

где z – индекс вида технического средства

t_z – время работы;

i_z – энергетический эквивалент 1 ч эксплуатационного времени, МДж/ч.

Энергетические эквиваленты приведены в приложении 1.

На средства производство, не охваченные приложением, энергетические эквиваленты можно рассчитать по формуле 2 с применением нормативов, приведенных в приложениях 5 и 7.

$$i_z = m_z \cdot i_{0z}, \quad (2)$$

где M – масса одной машины, орудия, кг ;

i_{0z} – энергетический эквивалент для данного вида технического средства, МДж/кг*ч.

Затраты совокупной энергии на машины и оборудование рассчитываются с учетом времени их использования по периодам работ и в целом по возделыванию сельскохозяйственной культуры (табл.1).

Таблица 1. Расчет затрат совокупной энергии, переносимой сельскохозяйственной техникой на 1 га посева (Q_1)

№ позиции	Агрегат		Время работы машины, ч/га	Норматив энергетических затрат на 1 ч, МДж	Затраты совокупной энергии на 1 га, МДж (гр. 3x4x5)
	Марка машины	количество			
1	ДТ-75	1	0,534	148,4	79,24
2	КПШ-5	1	-	59,5	31,77
3	К-700	1	0,192	286,7	55,05
4	Другие				
5	КПС-4	3	-/-	49,4	28,45
6	БЗСС	12	-/-	3,6	8,29
7	СП-11	1	-/-	73,2	14,05
8	Другие				

Затраты совокупной энергии на авиацию исчисляются по формуле 3 и приведены в таблице 2,

$$Q_2 = t_2 \cdot 3500 \text{ МДж}, \quad (3)$$

где t_2 – расход на 1 га/ч средства авиации.

Затраты совокупной энергии на живой труд определяются с учетом затраченного на 1 га времени основными категориями работников (табл. 3) по формуле:

$$Q_3 = \sum t_3 \cdot i_3, \quad (4)$$

где t_3 – расход на 1 га/ч труда различных категорий работников (берутся из технологической карты);

t_3 – энергетический эквивалент 1 ч/га соответствующей категории работников (см. прил. 4).

Таблица 2. Расчет затрат совокупной энергии, связанных с применением авиации, на 1 га посева

№ п/п	Работы	Марка самолета	Норма выработки за смену, га	Время работы, ч/га	Энергетический эквивалент, МДж	Затраты совокупной энергии на 1 га, МДж (гр. 5х6)
1	2	3	4	5	6	7

2. Рассчитайте долю затрат совокупной энергии, приходящуюся на ремонтных и инженерно-технических работников. Энергетические эквиваленты на 1 час их работы приведены в приложении 4. Пример расчета затрат энергии на живой труд приводится в таблице 3.

Таблица 3. Расчет затрат совокупной энергии на живой труд на 1 га посева

№ п/п	Категория работников	Время работы на 1 га, ч	Эквиваленты энергетических затрат, МДж	Затраты совокупной энергии на 1 га, МДж (гр. 3х4)
1.	Трактористы, комбайнеры	6,977	60,8	425,42
2.	Шоферы	1,335	60,3	80,50
3.	Операторы	0,326	61,2	19,95
4.	Рабочие	1,325	33,3	44,12
	Итого	X	X	569,99

3. Далее нужно рассчитать затраты совокупной энергии, связанные с применением семян, удобрений, горюче-смазочных материалов, электроэнергии и пестицидов. Они рассчитываются путем умножения количества израсходованного на 1 га данного вида ресурса на его энергетический эквивалент (см. прил. 2).

Расчет ведется по формулам:

$$\text{семена} - Q_4 = M_4 \cdot i_4 \quad (5);$$

$$\text{топливо} - Q_5 = M_5 \cdot i_5 \quad (6);$$

электроэнергия – $Q_6 = M_6 \cdot i_6$ (7);

удобрения – $Q_7 = M_7 \cdot i_5$ (8);

пестициды — $Q_8 = M_8 \cdot i_5$ (9);

где $M_4 \dots M_8$ – расход на 1 га соответствующего ресурса;

$i_4 \dots i_8$ – энергетический эквивалент соответствующего материала.

Для удобства расчета приводится форма (табл. 4). Данные для графы 4 таблицы 4 берутся из технологической карты, а для графы 5 из приложения 2.

Таблица 4. Расчет затрат совокупной энергии на семена, топливо, электроэнергию, удобрения и пестициды

№ п/п	Вид ресурса	Единица измерения	Расход на 1 га	Энергетический эквивалент МДж	Расход совокупной энергии на 1 га, МДж (гр.4х5)
1.	Семена пшеницы (14% влаги)	кг			
2.	Топливо дизельное	кг			
3.	Бензин	кг			
4.	Электроэнергия	кВт/ч			
5.	Удобрение	кг			
6.	Гербицид	кг д.в.			
7.	Протравитель	кг д.в.			
8.	Фунгицид	кг д.в.			
	Итого	Х			

4. При необходимости проводится расчет затрат совокупной энергии на живую тяговую силу (Q_9) по форме, представленной в таблице 5, конного и ручного инвентаря (Q_{10}) – по форме (табл. 6).

Таблица 5. Расчет затрат совокупной энергии, связанной с использованием живого тягла

№ п/п	Вид живого тягла	Масса, кг	Время работы на 1 га, ч	Энергетический эквивалент, МДж	Затраты совокупной энергии на 1 га, МДж (гр. 3х4х5)
1	2	3	4	5	6

Энергетический эквивалент на живую тягловую силу определяется из приложения 5, а на конный и ручной инвентарь из приложения 3.

Таблица 6. Расчет затрат совокупной энергии на конный и ручной инвентарь

№ п / п	Конно норуч ные рабо- ты	Кон- ный и ручн. инвен- тарь (мар- ка)	Количе- ство, шт.	Масса еди- ницы, кг	Об- щая масса, кг	Норма выра- ботки, ч	Вре- мя рабо- ты, га/ч	Энерге- тический эквива- лент	Затраты совокуп- ной Е на 1 га, МДж (графы 6 х 8 х 9)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

5. Исходной информацией для анализа затрат совокупной энергии на 1 га посева служат результаты расчетов с учетом использованных ресурсов (см. табл. 1-6) и сводные данные (табл. 7).

Они рассчитываются по формуле

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8 + \dots (10)$$

Таблица 7. Структура затрат совокупной энергии на 1 га посева яровой пшеницы

№ п/п	Обозначение	Статья затрат совокупной энергии	Расход энергии, МДж	Удель- ный вес, %
1	Q1	Машины и оборудование		
2	Q2	Авиация		
3	Q3	Живой труд, всего		
4		В том числе механизаторов		
5	Q4	Семена		
6	Q5	Топливо		
7	Q6	Электроэнергия		
8	Q7	Удобрения, всего		
9		В том числе минеральные		
10	Q8	Пестициды, всего		
11		В том числе гербициды		
12	Q9	Живая тягловая сила		
13	Q10	Конный и ручной инвентарь		
		И т о г о		100,0

Таблица 8. Структура эксплуатационных затрат совокупной энергии на 1 га посева яровой пшеницы

№ п/п	Период и цикл работ	Затраты совокупной энергии	
		МДж/га	%
1.	Основная уборка почвы и внесение удобрений		
	В том числе внесение удобрений		
2.	Предпосевная обработка почвы		
3.	Посев и уход за посевами		
	В том числе внесение пестицидов		
4.	Уборка и транспортировка урожая без соломы		
5.	Другие работы (сортировка, сушка и т.д.)		
	Итого		100,0

Занятие 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ПОСЕВОВ

Задание. Определить биоэнергетическую эффективность производства зерна пшеницы в конкретном агроландшафте.

Продуктивность гектара посева сельскохозяйственной культуры (фактической или нормативной) определяется по выходу основной продукции (семена, зерно) и побочной продукции (солома).

Учитывается убираемая часть урожая в физической массе при стандартной влажности, в сухом веществе, в кормовых и кормопротеиновых единицах, в энергетических единицах (валовой энергии, а при необходимости и обменной).

Таблица 9. Продуктивность яровой пшеницы

№ п/п	Вид продукции	Выход с 1 га, кг (при стандартной влажности)	Энергетический эквивалент, МДж/кг	Содержание валовой энергии в продукции с 1 га, МДж
	Зерно		16,31	
	Солома		14,40	
	Итого	X	X	

Общее содержание валовой энергии в продукции, полученной с 1 га, определяется по формуле

$$Q_{\text{вал.}} = F_c \cdot a \cdot i_c, \text{ где}$$

F_c – выход продукции с 1 га, кг;

a – коэффициент содержания сухого вещества в продукции;

i_c – содержание валовой энергии в 1 кг сухого вещества данной продукции.

При наличии эквивалента энергетического содержания, рассчитанного на стандартную влажность (см. прил. 2.3), вышеуказанная формула (II) приобретает другой вид:

$$Q_{\text{вал.}} = F_c \cdot i_k, \text{ где}$$

i_k – содержание валовой энергии в 1 кг продукции при стандартной влажности.

Энергетические эквиваленты, не охваченные приложением 2.3 и 2.3.1, исчисляются по формуле (13), предложенной А.П. Дмитроченко с соавторами исходя из химического анализа культурных растений:

$$Q_k = 0.0238\Pi + 0,0397Ж + 0,0188К + 0.0175БЭВ,$$

где Π – протеин;

$Ж$ – жир;

$К$ – клетчатка;

$БЭВ$ – безазотистые экстрактивные вещества на 1 кг сухой массы, г;

Q_k – валовая энергия 1 кг сухого вещества корма, МДж.

Обобщающими показателями биоэнергетической эффективности технологий являются энергетический коэффициент (q) и приращение энергии (ΔQ) на 1 га посева, рассчитанные по формулам (14) и (15):

$$q = Q_{\text{вал.}} / Q, \text{ где}$$

$Q_{\text{вал.}}$ – общее содержание валовой энергии в продукции с 1 га, МДж;

Q – совокупная энергия, затраченная на получение продукции с 1 га, МДж.

В соответствии с целевым назначением посева и направлением анализа методика биоэнергетической оценки технологий конкретизируется.

С учетом выхода продукции с 1 га в натуральном и энергетическом исчислении, а также затрат совокупной энергии определяется биоэнергетическая эффективность технологии возделывания яровой пшеницы (табл. 10).

Таблица 10. Биоэнергетическая эффективность производства зерна пшеницы (ячменя)

№ п/п	Показатели	Яровая пшеница (яровой ячмень)
1	Затраты совокупной энергии, МДж/га	
2	Урожайность зерна, ц/га	
3	Энергоемкость 1 ц зерна, МДж	
4	Выход валовой энергии в урожае, МДж/га	
5	Энергетический коэффициент	
6	Приращение валовой энергии, МДж/га	

Занятие 3. БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЕВООБОРОТОВ И БЕССМЕННОГО ПОСЕВА

Задание. По биоэнергетической оценке определить преимущество зернопарового и плодосменного севооборотов и бессменной пшеницы в конкретном агроландшафте.

Севообороты оцениваются по большому числу показателей, которые позволяют выделить звенья или схемы, наиболее выгодные для конкретных условий ведения хозяйства:

- 1) выход основной и побочной продукции с I га посева;
- 2) выход зерна и кормопротеиновых единиц с I га пашни;
- 3) затраты совокупной энергии на I га пашни;
- 4) выход валовой энергии с I га пашни;
- 5) энергетический коэффициент;
- 6) приращение валовой энергии с I га пашни.

Урожайность сельскохозяйственных культур, возделываемых в севообороте, не только характеризует звено или схему севооборота со стороны агротехнического фона, но и служит основой для биоэнергетической оценки. Данные по урожайности берутся из результатов опыта или фактических материалов; полученных в хозяйстве по каждой культуре и предшественнику в отдельности (табл. II).

Выход кормопротеиновых единиц КПЕ с I га посева рассчитывается по формуле:

$$\text{КПЕ} = \text{У}(\text{К} + \text{ИОП}) / 2, \text{ где}$$

У – урожайность, ц/га;

К – выход кормовых единиц;

П – выход протеина с I га посева.

В свою очередь кормовые единицы и протеин берутся из результатов химического состава и питательности сельскохозяйственных растений, на основании анализов или справочной литературы.

Урожайность зерна (Y_3) получается от деления суммы урожаев зерновых ($Y_1 + Y_2 + Y_3 \dots$) на количество полей ($П_k$), занятых культурами по формуле (17):

$$Y_3 = Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots Y_n$$

Выход зерна (B_3) и кормопротеиновых единиц ($B_{кп}$) рассчитывается по формулам;

$$B_3 = Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots / П$$

$$B_{кп} = КП_1 + КП_2 + КП_3 + \dots / П, \text{ где}$$

$П$ – количество полей в севообороте

Таблица 11 – Биоэнергетическая оценка севооборотов

№	Показатели	Поля севооборота					На 1 га пашни
		Пар чистый	Яровая пшеница	Горох	Ячмень	Яровая пшеница	
1	Урожайность с 1 га посева, ц	Х	26,0	17,0	22,0	20,0	Х
2	Выход зерна, ц	Х	Х	Х	Х	Х	Х
3	Выход кормопротеиновых единиц (КПЕ) с 1 га, ц	Х	41,9	32,0	26,0	26,0	
4	Затраты совокупной энергии на 1 га, МДж						
5	Выход валовой энергии в урожае с учетом побочной продукции с 1 га, МДж						
6	Энергетический коэффициент						
7	Приращение валовой энергии с 1 га, МДж						

*Затраты энергии на возделывание парового поля отнесены на первую пшеницу по пару.

Расчет энергетических показателей ведется на основании вышеизложенного материала отдельно по каждому полю севооборота и в целом на I га пашни (севооборотной площади) по таблице 11.

Сравнить в таблице 12 зернопаровой (пар - пшеница - пшеница - ячмень) и плодосменный (однолетние травы - пшеница - кукуруза - пшеница) севооборот и показать, где больше выход, приращение валовой энергии и затраты совокупной энергии.

Таблица 12

Сравнительная оценка севооборотов

№	Показатели	Четырехпольные севообороты		Бессменная пшеница
		Зернопаровой	Плодосменный	
1	Урожайность зерновых, ц/га	22,3	17,1	11,6
2	Выход с 1 га пашни КПЕ, ц зерна			
3	Затраты совокупной энергии, МДж/г			
4	Выход валовой энергии с учетом побочной продукции, МДж/га			
5	Энергетический коэффициент			
6	Приращение валовой энергии, МДж/га			

Сделать вывод по биоэнергетической оценке о преимуществе вида севооборота: 4-польного зернопарового севооборота, плодосменного или бессменной пшеницы.

ПРИЛОЖЕНИЯ К ЗАНЯТИЯМ 1-3

Приложение 1. Энергетические эквиваленты на 1 ч эксплуатационного времени машин и оборудования

№ п/п	Марка	Масса, кг	Энергет. эквивалент, МДж/га
Тракторы			
1.	TV-130	14320	348,0
2.	T-130Б	13945	338,9
3.	T-150	6975	169,5
4.	T-74	5380	130,7
5.	ДТ-75Б	7160	174,0
6.	ДТ-75	6110	148,4
7.	T-70С	4250	103,3
8.	T-54В	3660	88,9
9.	K-700А	11300	286,7
10.	K-701	12500	303,8
11.	T-150К	7535	183,1
12.	МТЗ-80	3160	76,8
13.	МГЗ-82	3370	81,9
14.	ЮМЗ-6Л	3095	75,2
15.	МТЗ-50	2750	66,8
16.	МТЗ-52	2950	71,7
17.	T-40А	2660	64,6
18.	T-25А	1765	42,9
Автомашины			
19.	A3-52-03	2815	40,2
20.	ГАЗ-53А	3250	46,5
21.	ЗИЛ-130	4300	61,5
22.	КаМАЗ-5320	7080	101,2
23.	ГАЗ-САМ-53Б	3750	53,6
24.	ЗИЛ-ММЗ-554М	5040	72,1
25.	ГАЗ-53Б	3750	53,6
26.	КРАЗ-25781	10285	147,1
27.	КРАЗ-25481	11000	157,3
Автоцистерны			
28.	АВЦ-1,7	4100	58,6
29.	АВВ-2М	2900	41,5
30.	АЦПТ-2,3-130	4826	69,0
31.	АЦА-3,85-53А	3775	54,0
32.	АЦ-4,2-53А	3750	53,6
33.	АЦ-4,2-130	4700	67,2
Автоприцепы и полуприцепы			

34.	ГКБ-817	2540	66,8
35.	ГКБ-819	3050	80,2
36.	ГКБ-8350	3500	92,0
37.	ОдАЗ-794	3000	78,9
38.	ОдАЗ-885	2850	75,0
Плуги и лущильники			
39.	ППК-9-35	2800	108,8
40.	ПЧЯ-2-35	2780	100,1
41.	ПН-8-35	1970	70,9
42.	ПЛП-6-35	1230	44,3
43.	ПНЯ-4-40	1285	46,3
44.	ПЛН-5-35	800	28,8
45.	ПН-4-35	630	22,7
46.	ПН-3-35	445	16,0
47.	ПЧЯ-3-35	3170	114,1
48.	ППЛ-10-25	1214	97,1
49.	ПЛ-5-25	580	46,4
50.	ЛД-20	5500	440,0
51.	ЛДГ-15	3765	301,2
52.	ЛДГ-10	2450	196,0
53.	ЛДГ-5	1040	83,2
Бороны дисковые			
54.	БД-10	3700	296,0
55.	БДТ-7	3500	280,0
56.	БДСТ-2,5	1080	86,4
57.	БДС-3,5	889	71,1
58.	БДН-3	698	55,8
59.	БДТ-3	720	57,6
60.	ЕДН1,3А	402	32,2
Зубовые игольчатые бороны			
61.	ЗТС-1,2	42	4,3
62.	БЗСС-1,0	35	3,6
63.	ЗБНТУ-1,	44	80,8
64.	БИГ-3	1100	112,2
Катки			
65.	ЗККШ-6	1835	187,2
66.	КБН-3,0	485	49,5
67.	ЗККН-2,8	670	68,3
68.	ЗКВГ-1,4	880	89,6
Культиваторы и плоскорезы для сплошной обработки почвы			

69.	КПГ-4 (прицепной)	781	39,8
70.	КПГ-4Г (навесной)	815	41,6
71.	КПС-4 (навесной)	724	36,9
72.	КПС-4 (прицепной)	969	49,4
73.	КПУ-400	890	32,0
74.	КПЭ-3,8	1153	58,8
75.	КПП-2,2	540	27,5
76.	КПШ-9	2100	107,1
77.	КПГ-250	495	17,8
78.	КПШ-5	1160	59,5
79.	КПГ-2-150	860	31,0
80.	РВК-3	1490	140,1
81.	ЧКУ-4	1705	61,4
82.	КФГ-3,6	1600	150,4
83.	АКП-2,5	2005	188,5
84.	КШ-3,6М	448	22,8
Культиваторы пропашные			
85.	КАПП-8,8 (Коиби-8,8)	2500	127,5
86.	КРН-8,4	2203	112,4
87.	КФ-5,4	1100	56,1
88.	КРН-4,2Г	975	49,7
89.	ФПУ-4,2	940	47,9
90.	КВП-6,3	920	46,9
91.	КРН-5,6	896	45,7
92.	КРН-4,2	871	44,4
Машины для внесения удобрений			
а)минеральных			
93.	РУМ-5	2100	149,1
94.	ГРМГ-4	1460	103,7
95.	РТТ-4,2	890	63,1
96.	РМС-6	335	23,8
97.	КСА-3	830	58,9
98.	АРУП-6	7900	560,9
99.	АИР-20 с эл. двиг.	2255	220,3
100.	СЗУ-20 с эл. двиг.	2570	223,1
101.	ИСУ-4 с эл. двиг.	340	24,1
б)органических			
102.	ПРТ-10	5100	295,8
103.	ПРТ-16	6000	348,0
104.	КСО-9	5090	295,2
105.	1-ПТУ-4	1400	81,2
106.	РТО-4	2750	159,5

107.	РПН-4	2146	124,5
108.	РУН-15Б	2146	124,5
	в)жидких и гербицидов		
109.	ПОУ	600	147,6
110.	ОПШ-15	900	221,4
111.	РЖУ-3,6	3960	126,7
112.	ВР-3М	1400	44,8
113.	ЗУ-3,6	1550	49,6
114.	АЦА-3, 85-53А	3775	54,0
115.	АБА-0,5	1147	36,7
116.	ОВТ-1А	910	223,9
117.	АПР «Темп»	1485	47,5
118.	СЭС-10	210	6,8
119.	ПСШ-3	122	3,9
120.	ПС-10	1034	33,1
121.	СТК-5	430	90,0
122.	ЗЖВ-1,8	770	24,6
Универсальные погрузочные средства			
123.	ПБ-35	1250	60,0
124.	ПФ-0,75	1050	50,4
125.	ПФ-0,5	990	47,5
126.	ЗУН-1,5	860	41,3
127.	ПЭ-0,85	1960	94,1
128.	ПГ-0,2	1275	61,2
129.	ЗСА-40	1180	54,3
130.	АС-2УМ	880	40,5
131.	ПКС-80	540	113,9
132.	ЗПС-60	940	198,3
Универсальные тракторные прицепы			
133.	1ПТС-2М	735	19,3
134.	2ПТС-4М-785А	1530	40,2
135.	2ПТС-4-887А	1735	45,6
136.	2НТС-6	1880	49,4
137.	ММЗ-771	4850	127,6
138.	ММЗ-768Б	5650	148,6
Сеялки			
139.	СПЧ-6М	730	78,1
140.	СЗ-3,6	1400	149,8
141.	СЗУ-3,6	1720	184,0
142.	СЗП-3,6	1765	188,9
143.	СЭС-2,1	1250	133,8
144.	СЭС-2,1М	1120	119,8

145.	СУПН-8	1345	143,9
146.	СБК-4	890	95,2
Комбайны зерноуборочные			
147.	СК-6	8245	1245,0
148.	СК-5	7500	1132,0
149.	СК-4	6120	924,1
Машины для доработки зерна			
150.	Мобитокс «Супер»	1493	313,5
151.	КЗС-20Ш	39800	2350
152.	МК-4,5	210	31,1
153.	ЗАВ-40	22320	3307,8
Машины для уборки соломы и сена			
154.	ВТУ-10	344	37,5
155.	КУН-10	1125	199,1
156.	ТПС-6	5300	938,1
157.	СПМ-200	5000	885,
158.	ФН-1,2	938	166
Зерно- и силосные комбайны			
159.	КСКУ-6 (Херсонец-200)	13310	1650,4
160.	КОП-1,4 (Херсонец-7)	3770	467,5
161.	ППК-4	2688	567,2
162.	КС-2,6	3050	378,2
163.	КСС-2,6	3800	471,2
164.	КС-1,8	2400	297,6
165.	КСК-100	12300	1525,2
Сцепки			
166.	СП-16	1762	141,0
167.	СГ-21	1800	144,0
168.	СП-11	915	73,2
169.	С-18У	1120	89,6
170.	С-11У	700	56,0
Дождевальные машины, планировщики, машины для нарезки и заравнивания оросителей			
171.	ДДА-100МА	4240	178,1
172.	ДФ-130 «Днепр»	700	29,4
173.	ДН-454-100 «Фрегат»	15000	630,0
174.	ДДН-100	800	33,6
175.	ДДН-70	700	29,4
176.	ПА-3	1735	179,0
177.	ВН-8	1525	155,6
178.	ВПН-5,6	807	82,3
179.	КЗУ-0,3	600	21,6
180.	МК-10	1700	61,2

181.	МК-12	680	24,5
182.	ПР-0,5	800	28,8
Орудия для разравнивания и трамбовки силосной массы			
183.	Д-606	870	88,7
184.	БН-100	340	34,7
Орудия для снегозадержания			
185.	СВУ-2,6	690	70,4
186.	УВС-12	2500	255,0
187.	УВС-14	2800	285,6
188.	УЗСА-40	1180	16,9
189.	Электродвигатель	20	4,2
190.	К ЗАВ-40 эл.двиг.	221,5	46,7
191.	ЖНС-6-12 (жатка)	1550	327,0
192.	СНТ-75	465	43,7

Приложение 2

Энергетические эквиваленты на оборотные средства производства

2.1 Топливо

Наименование	Энергетический эквивалент 1 кг, МДж
Уголь	32,7
Солома кукурузная	16,9
Стебли хлопчатника, подсолнечника, лузга	25,0
Природный газ	49,5
Жидкое топливо:	
дизельное	52,8
бензин	54,5
Электроэнергия	12,0 МДж/кВт.ч

2.2 Удобрения, гербициды, ядохимикаты

Удобрения, гербициды	Содержание действующего вещества, %	Энергетический эквивалент, МДж	
		1 кг д.в.	1 кг физической массы
1	2	3	4
2.2.1. Минеральные удобрения			
<u>Азотные</u>	X	86,8	X
Сульфат аммония	20,5		17,9
Аммиачная селитра	34,5		29,95

Натриевая селитра	16,0		13,89
Кальциевая селитра	17,0		14,76
Карбамид (мочевина)	46,0		39,93
Хлористый аммоний	26,0		22,57
Сульфат аммония	14,0		12,15
натрия			
Аммиачная вода	20,5		17,79
Аммиак жидкий	82,0		71,18
Углеаммиакаты жидкие	29,0		25,17
<u>Фосфорные</u>	X	12,6	X
Суперфосфат простой	19,5		2,46
гранулированный			
Суперфосфат двойной	46,0		5,80
Фосфат-шлак	10,0		1,26
Фосфоритная мука	19,0		2,39
Калийные	X	51,5	X
Хлористый калий	60,0		4,98
Калийная соль	40,0		3,32
Сульфат калия	48,0		3,98
Концентрат калийно-магниевый	19,0		1,58
Сложные	X		X
Нитрофоска	N-12		18,54
	P-12		
	K-12		
Нитрофоска	N-16		24,72
	P-16		
	K-16		
Нитрофос	N-24		19,57
	P14		
Аммофос из апатита	N11		30,90
	P49		
Диаммофос	N-19		34,50
	P-48		
Нитроаммофоска	N-14		21,63
	P-14		
	K-14	44,2	
Нитроаммофос	N-23	32,4	23,69

Жидкие фосфорные удобрения	P-23 N-10 P-34	30,0	22,66
Рапс	24,55		14,4
Соя	18,01		14,8
Гречиха	16,64		14,6

2.3. Сельскохозяйственная продукция

№ п/п	Наименование	На 1 кг сухого вещества продукции, МДж	
		основной	побочной
1.	Пшеница яровая	18,78	17,22
2.	Пшеница яровая	18,96	17,34
3.	Озимая рожь	19,15	17,46
4.	Ячмень	18,49	17,23
5.	Овес	18,46	16,99
6.	Горох	19,01	17,59
7.	Рапс яровой	28,20	17,35
8.	Сурепица яровая	27,01	17,11
9.	Просо	19,36	17,71
10.	Соя	20,93	17,89
11.	Однолетние травы:		
	Озимая рожь	17,57	
	Горохоовсяная смесь	17,75	
	Яровой рапс	17,78	
	Редька масличная	17,59	
	Суданка	17,48	
	Сорго	17,71	
	Могар	17,44	
	Чумиза	17,61	
12.	Подсолнечник	16,96	
13.	Кукуруза (начало образования початков)	17,72	
	Кукуруза (молочно-восковая спелость)	18,11	
14.	Многолетние травы:		
	Донник	17,91	

	Люцерна	17,82	
	Кострец безостый	17,80	
15.	Кормовая свекла	17,09	15,33
16.	Сахарная свекла	17,39	15,60
17.	Картофель	17,57	15,60

Приложение 3

Энергетические эквиваленты на конный и ручной инвентарь

№ п/п	Инвентарь	Энергетический эквивалент, МДж/ч на 1 кг массы
1.	Сеялка конная	0,038
2.	Плуги, окучники конные	0,024
3.	Косилки, жатки конные	0,030
4.	Ворона конная	0,045
5.	Телеги	0,010
6.	Грабли, волокуши, прессы конные	0,036
7.	Лопаты, вилы, грабли, косы и т.д.	0,012

Приложение 4

Энергетические эквиваленты на трудовые ресурсы (с учетом затрат труда ремонтных рабочих и инженерно-технических работников)

Профессия	Энергетический эквивалент, МДж/чел.-ч
Трактористы-машинисты и комбайнеры	60,8
Шоферы	60,3
Электромонтеры, операторы	61,2
Полевые рабочие и др. (ручной труд)	33,3

Приложение 5

Энергетические эквиваленты на основные средства производства

Основные средства	Энергетический эквивалент, МДж/ч на 1 кг массы
Сельскохозяйственные машины, оборудование, инвентарь	
Тракторы и самоходные шасси	0,0243
Автомобили грузовые	0,0143
Прицепы и полуприцепы	0,0263
Погрузочные средства на базе трак-	0,048

торов	
Погрузочные средства на базе автомобилей	0,046
Погрузочные средства (с электродвигателями)	0,211
Плуги и глубокорыхлители – плоскорезы, машины для нарезки борозд	0,036
Луцильники и дисковые бороны, сцепки	0,080
Орудия для поверхностного рыхления и прикатывания почвы, снегопашки	0,102
Культиваторы для сплошной и междурядной обработки почвы	0,051
Машины для внесения минеральных удобрений на базе тракторов, измельчители удобрений	0,071
Машины для внесения твердых органических удобрений	0,058
Машины для внесения жидких удобрений	0,032
Опрыскиватели тракторные	0,246
Опыливатели тракторные	0,210
Опрыскиватели, опыливатели ручные	0,054
Сеялки всех типов	0,107
Комбинированные машины	0,094
Жатки валковые, подборщики	0,211
Комбайны зерновые	0,151
Комбайны кукурузо- и силосоуборочные	0,124
Зерноочистительные и сушильные агрегаты	0,148
Машины для уборки соломы	0,120
Косилки-плющилки, скирдоукладчики, скирдрезы	0,094
Грабли, волокуши	0,109
Подборщики сена, соломы, силосовозы, копновозы	0,177

Машины и оборудование для досу- шивания сена	0,143
Машины для уборки льна, конопли и кенафе	0,260
Хлопкоуборочные машины	0,138
Комбайны свеклоуборочные	0,098
Свеклопогрузочные и ботвоубороч- ные машины	0,109
Кукурузоуборочные машины	0,200
Картофелесажалки, картофелекопа- тели, картофелесортировка и транс- портеры-подборщики	0,194
Комбайны картофелеуборочные	0,158
Рассадопосадочные машины	0,119
Машины для возделывания и уборки табака (махорки) и чайных насажде- ний	0,112
Дождевальные установки самопере- движные	0,033
Дождевальные установки даль- неструйные	0,042
Насосные станции	0,038
Электротехническое оборудование, электродвигатели	0,211
Тягловый скот	0,020
Сельскохозяйственная авиация	МДж/ч на машину 3500 (с учетом жидкого топлива)

Приложение 6

Технологическая карта возделывания яровой пшеницы

Предшественник – пшеница по пару

Выход, ц/га: зерна – 20

 соломы – 50

Внесено, кг/га: нитроаммофоса – 120

ТМТД – 0,6

диалена – 2,25

Тилта – 0,5

№ п/п	Тех- ноло- гиче- ская опе- ра- ция	Трак- тор, маши- на, сцепка и др.	Объ- ем рабо- ты	Смен- ная норма выра- бот- ки, га	Вре- мя рабо- ты агре- гата на 1 га, ч	Затраты живого труда на 1 га, чел.-ч				Расход	
						Трак- то- рист	Шофер	Опе- ра- тор	Рабо- чий	Горюче- го	Элек- тро- энергии, кВт/ч
1	Обра- ра- бот- ка зяби	ДТ-75 КПШ-5	1	13,1	0,534	0,534				8,7	
8	Куль- тива- ва- ция	К-700 ЗКПС- 4 12БЗС С-1 СП-11	1	36,0	0,192	0,192				2,2	
10	По- сев	ДТ-75 ЗСЗС- 3,6 СП-11	1	30,5	0,227	0,277				2,4	

ЭРОЗИОННАЯ ОПАСНОСТЬ В АГРОЛАНДШАФТАХ

Эрозионные процессы в нашей стране остаются одним из главных источников потерь плодородия почвы. Это связано с их широким распространением, глубиной и необратимостью изменений почвенного покрова. Кроме того, эрозия почв – один из рельефообразующих процессов, перемещающих массы вещества в пределах освоенных земель, источник загрязнения окружающей среды химическими компонентами почвы и привнесенными в нее загрязнителями и одна из причин заиления малых рек и деградации агроландшафтов.

В настоящее время в Российской Федерации водной эрозии подвержены 17,8% площади сельскохозяйственных угодий, в том числе пашни – 12,1%, ветровой эрозии – 8,4% и 5,3%, соответственно. Особенно значительны площади эродированных сельскохозяйственных угодий в Центральном, Южном, Приволжском и Сибирском федеральном округах, удельный вес их варьирует от 19,1 до 39,9%. Каждый третий – пятый гектар этих земель нуждается в защите от эрозионных процессов.

Защита почв от эрозии – одна из важнейших проблем народного хозяйства. Земли, не имеющие противозерозионной защиты, за 20-30 лет эксплуа-

тации теряют от 20 до 60 % гумуса плодородного слоя, часть их может полностью выпасть из сельскохозяйственного оборота.

Комплекс противоэрозионных мероприятий – это сочетание разных групп мероприятий: организационно-хозяйственных, агротехнических, лесомелиоративных и гидротехнических, обеспечивающих защиту почвы от эрозии.

Набор приемов в каждой из этих групп противоэрозионных мероприятий определяется природно-хозяйственными условиями. В разных природных зонах, а также в пределах одной зоны виды эрозии, условия и интенсивность ее проявления разнообразны, поэтому комплексы противоэрозионных мероприятий разрабатываются дифференцированно, применительно к особенностям зоны, хозяйства, водосборного бассейна, района ветровой эрозии, севооборота, поля и др.

Организационно-хозяйственные мероприятия направлены на наиболее рациональное использование сельскохозяйственных угодий.

Например, в дефляционно опасных районах на равнинных землях, где поля севооборотов имеют большие площади, формируют прямоугольные наделы, у которых длинная сторона располагается перпендикулярно дефляционно опасным ветрам. На эрозионноопасных землях с расчлененным рельефом поля севооборотов и рабочие участки, наоборот, небольших размеров, вытянутые в направлении горизонталей.

Подобные мероприятия не требуют дополнительных капиталовложений.

Лесомелиоративные мероприятия способствуют уменьшению и ослаблению поверхностного стока талых и дождевых вод с защищаемой территории, уменьшая или даже прекращая смыл почв, а также препятствуют ветрам.

Систему лесонасаждений образуют следующие виды лесопосадок:

1. полезащитные и водорегулирующие лесные полосы;
2. овражно-балочные насаждения;
3. придорожные лесополосы;
4. полосные и колковые насаждения (по крутым сильноэродированным берегам лощин, суходолов, долин, по откосам и днищам оврагов).

Лесополосы при борьбе с водной эрозией размещаются в зависимости от условий рельефа, при ветровой — в зависимости от направления ветров. Полезащитные лесные полосы проектируют продуваемой конструкции. Овражно-балочные насаждения проектируют вдоль оврагов и балок и перпендикулярно направлению господствующих ветров. Кроме защитного влияния на прилегающие поля эти насаждения регулируют сток талых вод, задерживают твердый сток, предотвращают рост оврагов.

Агротехнические мероприятия являются основой всего почвозащитного комплекса. Они дают эффект в первый год применения и доступны для любого хозяйства, поэтому им принадлежит ведущее место в борьбе с эрозией почв. Агротехнические мероприятия по борьбе со смывом и выдуванием почвы различны.

Приёмы борьбы со стоками воды, смывом и размывом почв можно разделить на две группы. К первой относятся обычные агротехнические приёмы: пахота и посев сельскохозяйственных культур поперёк склонов, применение повышенных доз удобрений на эродированных почвах, снегозадержание и регулирование снеготаяния, залужение эродированных склонов и др. Ко второй группе относятся приёмы обработки почвы, способствующие задержанию воды: вспашка, бороздование, создание микролиманов, щелевание и др.

Например, в комплексе агротехнических противоэрозионных мероприятий в Тюменской области рекомендованы: безотвальная обработка почвы на 537 тыс. га, посев кулис – 296 тыс.га, лункование – 224 тыс.га, бороздование – 154 тыс.га, щелевание – 47 тыс.га, мульчирование полей соломой – 370 тыс.га и снегозадержание на 1011 тыс. га (Кряхтунов А.В., 1997).

В качестве примера конкретного комплекса агротехнических противоэрозионных мероприятий для склоновых земель можно привести рекомендованный в Зауралье:

1) На пахотных угодьях, где склоны составляют до 2° уклона, следует ввести 4-5-польные зернопропашные севообороты, где все культуры должны возделываться по интенсивной технологии с противоэрозионной обработкой почв.

2) На пахотных почвах с уклоном 2-5° необходимо ввести 6-8-польные севообороты с многолетними травами и обычной технологией возделывания культур, но с обязательным внесением органических удобрений из расчета 1015 т/га на севооборотную площадь и внедрения энергосберегающей почвозащитной технологии.

3) средне- и сильноэродированные пахотные почвы, расположенные на покатых и крутых склонах с уклоном 5-10° и более, следует вывести из пахотного оборота, залужить и перевести в естественные кормовые угодья.

Приемы борьбы с дефляцией. Для зерновых культур они связаны, прежде всего, с изменением способа обработки почвы. Самый простой и надежный способ снижения ветровой эрозии – оставление на поверхности поля пожнивных остатков. Поэтому в дефляционно опасных районах Сибири и Казахстана уже в 80-е годы повсеместно перешли на почвозащитную систему земледелия. Обязательный прием накопления влаги в засушливых рай-

онах – чистый пар. Его перепашивают в течение лета 3-4 раза. Чтобы предотвратить выдувание почвы из пара, рекомендовано полосное размещение пара и посева пшеницы. Также в пару на зиму рекомендуют закладывать кулисы из высокостебельных растений, например, из горчицы. Высевается она в первой декаде июля, когда пар уже трижды обработан и основные сорняки уничтожены. Подсчитано, что наличие кулис повышает урожайность пшеницы в среднем на 2-4 ц с гектара.

Сегодня плоскорезную обработку почвы в степных районах относят к традиционной. Современное ресурсосбережение предполагает внедрение минимальной, а также нулевой обработки почвы. В нулевой земледелии единственной операцией, воздействующей на почву, является прямой посев семян. Борьба с сорняками в такой технологии ведется с помощью гербицидов.

Почвозащитный комплекс против выдувания почвы включает 3 группы мелиоративных мер – организационно-хозяйственные, агротехнические и лесомелиоративные, а в комплекс мероприятий против смыва и размыва почв входят также гидромелиоративные мероприятия.

Гидротехнические противоэрозионные мероприятия являются наиболее дорогостоящими, но позволяют в кратчайший срок и наиболее надежно остановить линейную эрозию почв, когда агротехнических и лесомелиоративных работ для этого недостаточно.

На приовражных участках и непосредственно в оврагах, балках, руслах ручьев и рек строят ряд гидротехнических сооружений. Основное их назначение – сбор и аккумуляция поверхностного стока и организованный отвод воды на днища балок и оврагов с последующим гашением энергии потока.

Виды гидротехнических противоэрозионных сооружений: противоэрозионные плотины, противоэрозионные пруды, склоновые лиманы, водосбросные сооружения, при малых водосборных площадях – водозадерживающие земляные валы, железобетонные перепады, берегоукрепление и др.

Оптимальный комплекс противоэрозионных мероприятий должен предусматривать наиболее продуктивное использование всех земель, увеличение валового сбора сельскохозяйственной продукции, повышение ее качества и снижение себестоимости.

Занятие 4. Оценка потерь почвы с пахотных земель в результате водной эрозии

Цель: научиться рассчитывать эрозионные потери почвы от стока талых вод и ливневого стока на пашне и участке, занятом густопокровной многолетней растительностью; изучить противоэрозионные мероприятия.

Смыв почвы от стока талых вод – актуальная проблема для склоновых земель Сибири. В связи с особенностями климата почвы здесь зимой промерзают, а весеннее снеготаяние вследствие высокой инсоляции проходит быстрыми темпами. К этому времени успевает оттаять только самый верхний слой почвы, что не дает возможности инфильтрации воды и приводит к смыву оттаявшего слоя вместе с талыми водами.

Смыв почвы от стока талых вод (M_T , т/год) рассчитывают по уравнению:

$$M_T = \rho \times M \times L \times \sin \alpha \times S_n \times \pi \times \lambda \times K_s, \text{ где}$$

ρ – коэффициент степени увлажнения территории: $\rho = 0,132$ – лесная зона; $\rho = 0,115$ – лесостепная зона; $\rho = 0,103$ – степная зона;

M – среднемноголетний смыв почвы (т/га) с зяби и уплотненной пашни:

смыв почвы с зяби для лесной и лесостепной зоны Новосибирской области = 9, для степной зоны = 7, для Присалаирья = 11, для лесной и лесостепной зоны Красноярского края = 5;

смыв почвы с уплотненной пашни для всех зон Новосибирской области = 5, для Красноярского края = 5;

L – расстояние от водораздела до створа, где определяют смыв почвы, м; α – уклон склона в градусах на расстоянии L м от водораздела;

π – коэффициент учета влияния на смыв почвы профиля склона: $\pi = 1$ – прямой; $\pi = 0,86$ – вогнутый; $\pi = 1,17$ – выпуклый; $\pi = 1,06$ – сложный (сочетание первых трех профилей);

S_n – поправка на тип (подтип) почвы (табл. 13);

λ – коэффициент, характеризующий влияние на смыв почвы степени эродированности почв: $\lambda = 0,88$ – несмытые и слабосмытые, $\lambda = 1$ – среднесмытые, $\lambda = 1,14$ – сильносмытые;

K_s – коэффициент воздействия на смыв экспозиции склона: $K_s = 0,82$ – северная, $K_s = 1,18$ – южная, $K_s = 1,05$ – юго-восточная или юго-западная, $K_s = 0,95$ – северо-восточная или северо-западная, $K_s = 1$ – восточная или западная.

Смыв почвы от ливневого стока определяется по формуле:

$$M_d = \rho \times i \times L \times \sin \alpha \times S_n \times \pi \times \lambda \times A, \text{ где}$$

i – максимальная 30-минутная интенсивность ливневых осадков 50-% обеспеченности в мм/ мин (показатель i для Новосибирской области = 0,50, для Красноярского края = 0,50, кроме Хакасии, где $i = 0,55$);

A – параметр, зависящий от вида агрофона: $A = 5,9$ – пар, $A = 4$ – про-

пашные, $A = 1$ – густопокровные, $A = 0,2$ – залежь.

Таблица 13 – Поправка на тип (подтип) почвы (S_n) к среднемноголетнему смыву с пашни

Почвы	S_n
Лесная зона	
Мерзлотно-таежные палевые глинистые и суглинистые	1,06
Бурые лесные глинистые и суглинистые	1,08
Дерново-подзолистые глинистые и тяжелосуглинистые	1,16
Дерново-подзолистые средне- и тяжелосуглинистые	1,2
Дерново-подзолистые и серые лесные легко и среднесуглинистые	1,26
Дерново-подзолистые и серые лесные легкосуглинистые	1,3
Дерново-подзолистые легкосуглинистые и супесчаные	1,39
Лесостепная зона	
Чернозем обыкновенный глинистый и тяжелосуглинистый	0,94
Чернозем типичный и выщелоченный средне- и тяжелосуглинистый	0,98
Чернозем типичный и выщелоченный легко- и среднесуглинистый	1,06
Чернозем типичный и выщелоченный легкосуглинистый	1,09
Темно-серые лесные и черноземы оподзоленные средне- и тяжелосуглинистые	1,05
Серые лесные средне- и тяжелосуглинистые	1,13
Светло-серые и серые лесные средне- и тяжелосуглинистые	1,17
Степная и сухостепная зона	
Чернозем обыкновенный средне- и тяжелосуглинистый	0,98
Чернозем южный средне- и тяжелосуглинистый	1,05
Чернозем южный легкоглинистый	1,01
Светло-каштановые легко и среднесуглинистые	1,3
Светло-каштановые легкосуглинистые и супесчаные	1,38
Темно-каштановые средне- и тяжелосуглинистые	1,07

Задание 1. Определить смыв почвы от стока талых и ливневых вод на рабочем участке с серыми лесными почвами в зернопаропропашном севообороте.

Исходные данные к заданию 1. Рабочий участок – склон южной экспозиции длиной $L = 550$ м, имеет выпуклый профиль. Почвы – серые лесные среднесуглинистые, несмытые, слабосмытые, среднесмытые и сильносмытые. Чередование культур в севообороте: пар – яровая пшеница – сахарная свекла – ячмень. Зона – лесостепная. Средний многолетний смыв почвы с зя-

би $M_3 = 7,4$ т/га, с уплотненной пашни $M_{уп} = 5,1$ т/га. Максимальная 30-минутная интенсивность ливневых осадков 50-% обеспеченности $i = 0,49$ мм мин. На основании приведенных данных рассчитайте смыв почвы от стока талых и ливневых вод в зернопаропропашном севообороте (табл. 14).

Таблица 14 – Расчет смыва серой лесной почвы на южном склоне в зернопаропропашном севообороте

№	$L, м$	$I, ‰$	Смы- тость почвы	Смыв почвы, т/га						
				весенний			ливневый			
				зябь	упл. пашня	сево- оборот	густо- покр.	про- пашные	пар	сево- оборот
1										
2										
3										
4										
...										
26										
Средн.										
Несмыт.										
Слабо смытая										
Средне смытая										
Сильно смытая										

Пояснения к заданию. Разбейте рабочий участок на расчетные отрезки длиной 21,6 м (соответствуют ширине захвата сельскохозяйственной техники). Для каждого отрезка определите его уклон в промилле ‰ и синус угла наклона. Последовательность расчетов представлена в таблице 15 (L – расстояние от водораздела, м; H_a – абсолютная высота местности, м. абс.; I – уклон в промилле).

Таблица 15 – Пример расчета уклонов на рабочем участке

№ п/п	$L, м$	$H_a, м. абс.$	$I, ‰$	$Sin\alpha$
1	2	3	4	5
Исходные данные с карты М 1:10000				
0		218,2		
1	120	215	26,7	0,027
2	175	212,5	45,5	0,045
3	220	210	55,6	0,055

1	2	3	4	5
4	265	207,5	55,6	0,055
5	305	205	62,5	0,062
6	345	202,5	62,5	0,062
7	380	200	71,4	0,071
8	405	197,5	100	0,1
9	430	195	100	0,1
10	455	192,5	100	0,1
11	180	190	100	0,1
12	505	187,5	100	0,1
13	530	185	100	0,1
14	550	182,5	125	0,124
Среднее			64,9	0,065
Данные для расчетных отрезков склона				
0		218,2		
1	21,6	217,6	26,7	0,027
2	43,2	217	26,7	0,027
3	64,8	216,5	26,7	0,027
4	86,4	215,9	26,7	0,027
5	108	215,3	26,7	0,027
6	129,6	214,5	35,5	0,035
7	151,2	213,6	45,5	0,045
8	172,8	212,6	45,5	0,045
9	194,4	211,4	53	0,053
10	216	210,2	55,6	0,056
23	496,8	188,3	100	0,1
24	518,4	186,1	100	0,1
25	540	183,7	111	0,111
26	550	182,5	120	0,12
Среднее			64,9	0,065

Занятие 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ НА ПАСТБИЩА

Цель: научиться оптимизировать численность выпасаемого скота относительно предельной емкости пастбища.

Основополагающими законами сохранения растительности пастбищ являются понятия оптимальной нагрузки скота, а также коэффициента полноты использования растительности. Нагрузка обуславливает не только величину урожая, ботанический состав и качество травостоя пастбищ сегодня, но и состояние их на будущее. В зависимости от величины своей предельной

емкости (производительной способности травостоя), та или иная территория может обеспечить кормом лишь известное количество скота, точно соразмерное с кормовыми ресурсами. Едва только численность выпасаемого скота превысит предельную емкость пастбища, деградация становится неизбежной, а во многих случаях необратимой. Отсюда, миллион гектаров пастбищ степной и пустынной зон, где растительность выбита и почвы подвержены эрозии. Поэтому соблюдение величины оптимальной нагрузки скота на пастбищах влияет на эффективность производства гораздо сильнее, чем любой иной поддающийся контролю фактор.

Приемлемая для пастбищ нагрузка скота — величина переменная и зависит, в первую очередь, от климатических факторов. Поэтому нагрузка скота должна меняться соразмерно производительной способности травостоя в зависимости от конкретных условий года.

$$H = \frac{Y}{K \times D}, \text{ где}$$

H - нагрузка на 1 га (голов);

Y - урожайность зеленого корма в соответствующий период, кг/га;

K - количество потребленного пастбищного зеленого корма на 1 голову в сутки, кг;

D - продолжительность периода использования пастбища, дней.

Например, нужно рассчитать нагрузку в весенний период на полынно-эфемеровых пастбищах, если потребность 1 овцы в пастбищном корме - 7 кг при натуральной влажности, а продолжительность использования участка 50 дней при средней урожайности 700 кг/га зеленого корма.

$$H = \frac{700}{7 \times 50} = 2 \text{ головы овец}$$

То есть, на 50 дней пастьбы на пастбищах с урожайностью зеленой массы 700 кг/га потребуются 1 га для содержания 2-х голов овец.

В настоящее время одним из основных приоритетных направлений в решении обеспечения экологической безопасности, рационального и эффективного использования естественных кормовых угодий страны, является определение максимально допустимых норм нагрузки сельскохозяйственных животных на доминирующих типах пастбищ.

Учитывая состояние восстановленных и деградированных пастбищ, а также всего комплекса травостоя (типа) пастбищ по природно-климатическим зонам и с учетом аридных областей разработаны научно-обоснованные предельно-допустимые нормы нагрузки сельскохозяйственных

животных на них, которые приводятся в таблице 16.

Задание 1. Студент должен определить область, подзону и тип пастбищ и заполнить таблицу 17. Из предложенного материала выбираются экологически допустимая нагрузка скота для соответствующей территории как эталон для сравнения.

Площадь пастбищ вокруг места концентрации скота может определяться в виде площади круга по формуле $S=\pi R^2$. Например: нужно просчитать нагрузку скота вокруг населенного пункта в радиусе 5 км. В этом случае: $S = 3,14 \times 25 \text{ км} = 7850 \text{ га}$. Коэффициенты перевода в условно-взрослых овец, КРС и лошадей показаны в демонстрационном материале преподавателя «Использование пастбищных ресурсов».

После заполнения таблицы 14 сделать вывод по нагрузке животных на единицу площади и конкретную дату.

Таблица 16. Допустимые нормы нагрузки сельскохозяйственных животных (овец) на доминирующих в аридной зоне типах пастбищ

Природные зоны	Эколого-географические районы (подзоны)	Типы пастбищ (преобладающие)	Урожайность валовая, ц/га / кормовые единицы				Нагрузка на пастбище, гол./100 га; восстановленные/деградированные
			весна	лето	осень	годовая	
1	2	3	4	5	6	7	8
Лесостепная	Лесостепной р-н	- разнотравно-злаковые с березовыми колками	5,0/ 3,3	8,0/ 4,8	4,4/ 2,2	5,8/ 3,3	110/ 78
		- красноковыльно-разнотравно-полынные на солонцах	4,5/ 2,7	6,5/ 3,2	3,9/ 1,5	4,9/ 2,4	95/ 68
Степная	Колочная степь	- разнотравно-злаковые с березовыми колками	5,0/ 3,3	8,0/ 4,8	4,4/ 2,2	5,8/ 3,3	110/ 78
		- красноковыльно-разнотравно-полынные с типчаково-полынными на солонцах	4,5/ 2,7	6,5/ 3,2	3,9/ 1,5	4,9/ 2,4	95/ 68

	2	3	4	5	6	7	8
	Колочная подзона умеренно-засушливой степи	- злаково-разнотравные с березовыми колками	5,0/ 3,3	8,0/ 4,8	4,4/ 2,2	5,8/ 3,3	116/ 78
	Умеренно засушливая степь	- красноковыльно-разнотравно-полынные	4,5/ 2,7	6,5/ 3,2	3,9/ 1,5	4,9/ 2,4	98/ 74
	Засушливая степь	- ковыльно-разнотравные, иногда закустаренные	4,9/ 3,2	7,0/ 3,2	4,2/ 1,8	5,3/ 2,7	81/ 55
		- красноковыльно-овсецово-разнотравные с типчаково-полынными на солонцах	3,5/ 2,2	5,0/ 2,5	3,0/ 1,2	3,8/ 1,9	58/ 39
	Умеренно сухая степь	- ковыльно-разнотравные, иногда закустаренные	4,9/ 3,2	7,0/ 3,2	4,2/ 1,8	5,3/ 2,7	81/ 55
		- ковыльно-типчаково разнотравные	3,6/ 2,3	4,5/ 2,7	3,1/ 1,3	3,7/ 2,1	56/ 36
		- ковыльно-типчаково-полынные	3,6/ 2,3	4,5/ 2,7	3,1/ 1,4	3,8/ 2,1	58/ 39
	Сухая степь	- типчаково-ковыльно-полынные	3,7/ 2,3	4,6/ 2,5	3,2/ 1,5	3,8/ 2,1	58/ 39
		- ковыльно-житняковые	3,2/ 2,2	4,0/ 2,4	2,8/ 1,3	3,3/ 1,9	41/ 27
Горная	Предгорье	- ковыльно-разнотравно-кустарниковые	3,8/ 2,5	4,8/ 2,6	3,8/ 1,5	4,0/ 2,2	66/ 44
		- ковыльно-овсецово-таволговые с зарослями шиповника и березово-осиновыми колками	3,7/ 2,2	5,3/ 2,9	4,2/ 1,9	4,4/ 2,3	73/ 49
		- ковыльно-злаково-разнотравные, закустаренные	3,9/ 2,3	5,6/ 3,1	4,5/ 2,0	4,6/ 2,4	76/ 51

	2	3	4	5	6	7	8
	Межгор- ные впа- дины	- ковыльно- типчаково- разнотравные, заку- старенные	3,6/ 2,2	4,5/ 2,5	3,2/ 1,4	3,7/ 2,0	56/ 38
		- ковыльно- разнотравно- кустарниковые	3,8/ 2,5	4,8/ 2,6	3,4/ 1,5	4,0/ 2,2	61/ 40
		- ковыльно- типчаково- кустарниковые	2,9/ 1,9	4,2/ 2,0	2,4/ 1,0	3,1/ 1,6	47/ 31

Таблица 17. Использование пастбищных ресурсов в области (районе)

Об- ласть, район	Доми- мини- рую- щий тип паст- бищ	Площадь пастбищ		Размещение на паст- бищах, тыс. голов			Всего голов в переводе на 1 условную овцу	Удельная нагрузка на 100 га обвод- ненных паст- бищ	
		Всего тыс. га	Обво- днен- ных, тыс. га	Овец, коз	КРС	Лоша- да- дей		сущес- твую- щая	эко- логи- чески допу- сти- мая

Задание 2. Сделать вывод о возможных дигрессионных изменениях на пастбищах в аридном районе, используя следующие сведения.

I. Степень пастбищной дигрессии. На используемом участке, если нагрузка выпаса умеренная (т.е. отчуждается до 65% урожая один раз за пастбищный период), полынный покров сохраняется хорошо. Встречаемость и жизненное состояние охотно поедаемых полукустарников (солянка восточная, прутняк простертый) нормальное. Эфемероиды и эфемеры (осочка, мятлик, пажитник, мортука и другие) имеют хорошее развитие и занимают в благоприятные по распределению осадков годы основную часть межкустового пространства. Площадь поверхности, занимаемая мхом и лишайником, составляет не более 10%. Состояние полынно-эфемерового типа пастбищ, когда коренной покров сохранен хорошо и лишь слегка угнетены охотно поедаемые виды растений, относят к I ступени пастбищной дигрессии. Изменений на поверхности почвы почти нет.

II. Степень пастбищной дигрессии характеризуется уменьшением численности полукустарников, особенно прутняка, возрастанием числового обилия ковра кровельного, бурачка пустынного, эбелека и других неохотно поедаемых видов. Мох и лишайник на этой стадии дигрессии встречаются редко, лишь небольшими пятнами около кустов, полукустарников. Почвы слабо дефлированы. Наблюдается формирование рыхлого поверхностного слоя, легко деформируемого копытами животных.

III. Степень пастбищной дигрессии характеризуется редкой встречаемостью доминанта растительного покрова — полыни белоземельной и большой ее угнетенностью. Кейреук и прутняк отсутствуют в травостое. Широкое распространение получил эбелек. На участке появляется адраспан.

Почвы на данной стадии среднедефлированные. При выпасе поверхность почвы пастбища сильно разрыхляется и является очагом эрозии. Щебнистость слоя 0-10 см в 1,3-1,5 раза больше, чем слоя 10-20 см из-за выноса мелкозема и увеличения скелетной части почвы.

IV. Степень пастбищной дигрессии (сбой) представляет собой участки, на которых отсутствуют или растут сплошные заросли адраспана. Как в одном, так и в другом случае эти участки не представляют ценности как кормовые угодья. Поверхность почвы таких пастбищ сильно или очень сильно дефлирована, щебнистость слоя 0-10 см в 2 раза выше, чем в слое 10-20 см.

Контрольные вопросы:

1. Что такое дигрессия пастбищ?
2. Какие факторы способствуют дигрессионным процессам на пастбищах аридной зоны?
3. Назовите растительные сообщества пастбищ в лесостепной зоне и в засушливой степи.

Занятие 6. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПУТИ СНИЖЕНИЯ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АГРОЛАНДШАФТА И ПРОДУКЦИИ

Цель: рассчитать содержание радионуклидов в растениеводческой продукции, выращиваемой на загрязненной почве, и ознакомиться с путями снижения радиационного загрязнения компонентов агроландшафта.

В результате Чернобыльской и других локальных катастроф, выпадения радиоактивных осадков после наземных ядерных взрывов, падения ступеней ракет с остатками ядерного топлива часть территории РФ, в том числе в Западной Сибири, загрязнена радионуклидами.

Основными радиоактивными элементами, поступающими из почвы в растительность и представляющими опасность для человека, являются цезий-137 и стронций-90. Почвы с плотностью загрязнения цезием-137 свыше 40 Ки/км², а стронцием-90 свыше 3 Ки/км² должны быть полностью выведены из сельскохозяйственного оборота. Сельскохозяйственные угодья с плотностью загрязнения почв цезием-137 от 15 до 40 Ки/км² могут быть использованы в сельскохозяйственном производстве при условии проведения дополнительной мелиорации почв. При плотности загрязнения почв сельскохозяйственных угодий цезием-137 менее 15 и стронцием-90 менее 2 Ки/км² допускается ведение сельскохозяйственного производства с использованием приемов, ограничивающих поступление радионуклидов в продукцию.

Цезий-137 и стронций-90 имеют примерно одинаковый период полураспада – 28-30 лет. Стронций-90 характеризуется высокой биологической подвижностью в звене "почва–растение–животное" и трудно выводится из организма. Радиоцезий сравнительно быстро выводится из организма. Период выведения радиоцезия (при прекращении потребления загрязненных продуктов) составляет 20-25 дней. Радиоцезий является химическим аналогом калия, стронций-90 – кальция.

В настоящее время одной из актуальных задач сельскохозяйственной радиологии является установление количественных соотношений между уровнем загрязненности почвы и радиоактивностью растений, что позволяет прогнозировать поступление радионуклидов в сельскохозяйственные культуры и разрабатывать мероприятия, позволяющие получить «чистый урожай».

Задание 1. Прогнозирование радиационного загрязнения растениеводческой продукции.

Работа рассчитана на выполнение 3-4 вариантов из таблицы 18.

Известно, что поступление радионуклидов в растение зависит от многих факторов. Но определяющую роль в этом играют тип почвы, ее кислотность и содержание подвижного калия. Поэтому при прогнозировании загрязненности растениеводческой продукции необходимо в первую очередь обращать внимание на эти показатели.

Основой для выполнения задания служат культура, вид получаемой продукции и почва с указанием плотности загрязнения. В таблицах 18-22 дано содержание радионуклидов в урожае при плотности загрязнения почвы 1 Ки/км² для цезия и стронция, т.е. коэффициенты перехода радионуклидов из почвы в основную и побочную продукцию, и поправочные коэффициенты для разных типов почв. С помощью этих коэффициентов прогнозируется загрязнение растениеводческой продукции.

Таблица 18. Расчет прогнозируемого содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции

№	Культу- ра	Про- дукция	Почва	Содержание радионуклидов в с.-х. продукции при плот- ности загрязнения 1 Ки/км ²		Предельно- допустимое содержа- ние радионуклидов в кормах для получения мяса и молока		Прогнозируемое со- держание радионукли- дов в с.-х. продукции	
				¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
				Ки/кг					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Ячмень	зерно	т/б, рН в КСl – 4,0, содержание К ₂ О <25 мг/100 г, плотность загрязнения цезием- 137 – 7 Ки/км ² ; стронцием-90 – 2 Ки/км ²			10 · 10 ⁻⁹	3 · 10 ⁻⁹		
2.	Клевер	сено	т/б, рН в КСl – 4,7, содержание К ₂ О – 30 мг/100 г, плот- ность загрязнения ¹³⁷ Cs – 8 Ки/км ² ; ⁹⁰ Sr – 3 Ки/км ²			40 · 10 ⁻⁹	7 · 10 ⁻⁹		-
3.	Много- летние злако- вые травы	сено	т/б, рН _{КСl} – 4,2, со- держание К ₂ О – 27 мг/100 г, плотность загрязнения ¹³⁷ Cs – 12 Ки/км ² , ⁹⁰ Sr – 8 Ки/км ²			40 · 10 ⁻⁹	7 · 10 ⁻⁹		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.	Кукуруза	силос	т/б, рН в КС1 – 5,0, содержание K_2O – 47 мг/100 г, плотность загрязнения цезием-137 – 12 Ки/км ² ; стронцием-90 – 4 Ки/км ²			$8 \cdot 10^{-9}$	$1,5 \cdot 10^{-9}$		
5.	Многолетние злаковые травы	зеленая масса	т/б, рН в КС1 – 3,7, содержание K_2O – 30 мг/100 г, плотность загрязнения цезием-137 – 10 Ки/км ² ; стронцием-90 – 3 Ки/км ²			$5 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$		
6.	Озимая рожь	зерно	п/п супесчаная, рН _{КС1} – 5,5, содержание K_2O – 8 мг/100 г, плотность загрязнения ¹³⁷ Cs – 10 Ки/км ² ; стронцием-90 – 4 Ки/км ²			$10 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$		
7.	Озимая рожь	солома	То же			$10 \cdot 10^{-9}$	$5 \cdot 10^{-9}$		
8.	Клевер	сено	То же			$40 \cdot 10^{-9}$	$7 \cdot 10^{-9}$		
9.	Клевер	з/м	То же			$5 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$		
10.	Клевер	сенаж	То же			$20 \cdot 10^{-9}$	$3 \cdot 10^{-9}$		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11.	Картофель	клубни	д/п супесчаная, рН в КС1 – 5,5, содержание $K_2O < 8$ мг/100 г, плотность загрязнения цезием-137 – 10 Ки/км ² ; стронцием-90 – 4 Ки/км ²			$10 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$		
12.	Рапс	з/м	То же			$5 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$		
13.	Озимая рожь	зерно	д/п суглинистая, рН в КС1 – 7,0, содержание K_2O – 15 мг/100 г, плотность загрязнения цезием-137 – 8 Ки/км ² ; стронцием-90 – 3 Ки/км ²			$1 \cdot 10^{-9}$	$3 \cdot 10^{-9}$		
14.	Картофель	клубни	То же			$10 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$		
15.	Клевер	сено	То же		я	$40 \cdot 10^{-9}$	$7 \cdot 10^{-9}$		

Пример. Необходимо определить степень загрязнения радионуклидами сена клевера, выращенного на дерново-подзолистой суглинистой почве с плотностью загрязнения цезием-137 – 15,0, а стронцием-90 – 2 Ки/км². Почва имеет содержание обменного калия 10 мг/100 г, pH – 5,8.

По таблице для супесчаной почвы находим, что при таких агрохимических показателях содержание радиоцезия в сене клевера равно $0,9 \cdot 10^{-9}$ Ки/кг. Поправочный коэффициент для суглинистой почвы равен 0,7. Значит, коэффициент перехода будет $0,9 \cdot 10^{-9}$ Ки/кг $\times$ 0,7 = $0,63 \cdot 10^{-9}$. Такой уровень удельной радиоактивности получается при плотности радиоактивного загрязнения цезием-137 в 1 Ки/км².

В нашем примере она равна 15 Ки/км², поэтому полученный результат умножаем на 15 ($0,63 \cdot 10^{-9}$ Ки/кг $\times$ 15) и получаем $9,45 \cdot 10^{-9}$ Ки /кг. Норматив для сена по содержанию цезия-137, отвечающий санитарно-гигиеническим требованиям, равен $40 \cdot 10^{-9}$ Ки /кг.

Сопоставляя расчетную и нормативную величины видим, что сено по содержанию радиоцезия не превышает допустимый уровень содержания радионуклидов для получения цельного молока.

Далее аналогично проводим прогноз содержания стронция-90.

Задание 2. Описать агротехнические приемы, ограничивающие поступление радионуклидов в растения.

С целью уменьшения накопления радионуклидов в сельскохозяйственной продукции научными организациями разработан комплекс специальных защитных мер, главные из которых следующие:

Подбор культур. Наименьшее количество радионуклидов накапливают те культуры, которые характеризуются более низким содержанием Са и К. Данные по накоплению радионуклидов представлены в таблицах 19 и 21

Таблица 19. Содержание цезия-137 в урожае кормовых культур при плотности загрязнения дерново-подзолистой супесчаной почвы 1 Ки/км² в зависимости от обеспеченности ее обменным калием

Культура	Обменный калий, мг/100 г почвы			
	<8	8-14	14-20	>20
1	2	3	4	5
Люпин	6,00	5,40	5,00	4,80
Многолетние злаковые травы	5,70	3,90	2,90	1,70
Тимофеевка	5,10	3,90	2,90	1,70
Клевер	1,08	0,90	0,62	0,62
Озимый рапс	0,90	0,80	0,50	0,40

1	2	3	4	5
Вика	0,87	0,78	0,53	0 40
Ячмень (солома)	0,69	0,50	0,34	0,18
Озимая рожь (солома)	0,69	0,50	0,34	0,18
Овес (зерно)	0,39	0,33	0,28	0,17
Овес на зеленый корм	0,30	0,25	0,20	0,18
Райграс однолетний	0,30	0,23	0,20	0,16
Кукуруза*	0,18	0,12	0,09	0,08
Ячмень (зерно)	0,14	0,12	0,08	0,055
Озимая рожь (зерно)	0,14	0,12	0,08	0,055
Картофель (клубни)*	0,13	0,11	0,08	0,05
Кормовая свекла	0,08	0,06	0,04	0,03

Примечание: * – пересчитано на естественную влажность

Таблица 20. Поправочные коэффициенты для прогноза загрязнения кормовых культур цезием-137 в зависимости от гранулометрического состава дерново-подзолистых почв

Культура	Гранулометрический состав почвы		
	супесчаная	песчаная	суглинистая
Люпин	1	1,5	0,8
Многолетние злаковые травы	1	1,1	0,8
Тимофеевка	1	1,1	0,8
Клевер	1	1,5	0,7
Озимый рапс	1	1,2	0,9
Вика	1	1,5	0,7
Ячмень (солома)	1	1,5	0,5
Овес (зерно)	1	1,5	0,5
Овес на зеленый корм	1	1,2	0,9
Райграс однолетний	1	1,2	0,9
Кукуруза	1	1,1	0,8
Ячмень (зерно)	1	1,5	0,5
Озимая рожь (зерно)	1	1,5	0,5
Картофель (клубни)	1	1,2	0,9
Кормовая свекла (корнепл.)*	1	1,2	0,9

Примечание: * – пересчитано на естественную влажность. На торфяно-болотных почвах поправочный коэффициент для всех культур 1,7.

Таблица 21. Содержание стронция-90 в урожае кормовых культур при плотности загрязнения дерново-подзолистой супесчаной почвы 1 Ки/км²

Культура	К п · 10 ⁻⁹ Ки/кг сухой массы
Клевер	32,1
Злаково-бобовые смеси	19,7
Сено (естественные травы)	11,2
Многолетние злаковые травы	9,3
Озимый рапс	7,0
Кукуруза*	6,8
Тимофеевка	5,0
Ячмень (солома)	4,7
Райграс однолетний	4,6
Овес на зеленый корм	3,2
Картофель	0,76
Ячмень (зерно)	0,46

Примечание: * – пересчитано на естественную влажность

Таблица 22. Поправочные коэффициенты для прогноза загрязнения кормовых культур стронцием-90 в зависимости от гранулометрического состава дерново-подзолистых почв

Культура	Гранулометрический состав почвы		
	супесчаная	песчаная	суглинистая
Клевер	1	1,4	0,6
Злаково-бобовые смеси	1	1,3	0,5
Сено (естественные травы)	1	2,0	0,4
Многолетние злаковые тра- вы	1	1,6	0,7
Озимый рапс	1	1,4	0,5
Кукуруза	1	1,4	0,6
Тимофеевка	1	1,6	0,7
Ячмень (солома)	1	1,6	0,5
Райграс однолетний	1	1,6	0,7
Картофель	1	1,2	0,9
Овес на зеленый корм	1	1,5	0,6
Ячмень (зерно)	1	1,6	0,5

На торфяно-болотных почвах для всех культур поправочный коэффициент 1,9.

На песчаных и переувлажненных торфяно-болотных почвах, загрязненных радиоцезием и радиостронцием затруднено размещение многолетних

трав, зернобобовых и крестоцветных культур.

В корнеплодах и клубнях картофеля в связи с высоким содержанием влаги накапливается наименьшее количество радиоцезия.

Научные опыты показывают, что возделывание зерновых и картофеля возможно на всех почвах при условии допустимого загрязнения радионуклидами. На плодородных почвах с высокой плотностью загрязнения радионуклидами разрешается возделывать рапс и сахарную свеклу, загрязнение конечной продукции у которых при переработке снижается до минимума.

Пути снижения накопления радионуклидов в растениеводческой продукции

Система ведения земледелия на загрязненных почвах должна включать мероприятия, которые способствуют производству сельскохозяйственной продукции, отвечающей требованиям радиационной безопасности. Накопление радионуклидов можно снизить путем использования различных агрохимических и агротехнических приемов, целесообразность применения которых определяется уровнем содержания радионуклидов в почве, а, следовательно, и возможным уровнем загрязнения продукции. Это следующие приемы:

- увеличение доли площадей под культуры с низким уровнем накопления радионуклидов;
- коренное и поверхностное улучшение сенокосов и пастбищ, включающее культуртехнические мероприятия, посев травосмесей с минимальным накоплением радионуклидов, фрезерование и глубокую вспашку с оборотом пласта верхнего слоя на естественных кормовых угодьях;
- предотвращение вторичного загрязнения за счет комплекса противоэрозионных мероприятий;
- применение средств защиты растений;
- известкование кислых почв;
- внесение органических удобрений и сапропелей;
- внесение повышенных доз фосфорных и калийных удобрений;
- ограничение доз азотных удобрений на основе почвенно-растительной диагностики;
- промывка и первичная очистка убранной плодово-овощной и технической продукции;
- применение различных способов уборки зерновых и кормовых культур, исключающих вторичное загрязнение урожая.

Система обработки почвы. Основными задачами системы обработки почвы в зоне радиоактивного загрязнения являются следующие:

- уменьшение эрозионных процессов и переноса почвенных частиц;

- снижение времени воздействия излучений на работающий персонал;
- снижение радиоактивного загрязнения урожая.

В системе основной обработки целесообразно сочетать безотвальные способы обработки почвы с периодической (раз в 3-4 года) отвальной вспашкой. Безотвальная обработка может осуществляться на глубину 35-40 см чизельным культиватором; отвальная проводится на глубину пахотного слоя с использованием обычных плугов. Такие сочетания обработок дают возможность уничтожать сорняки, уменьшать повреждение растений вредителями и болезнями, заделывать органические удобрения, разрушать подплужную подошву и, что особенно важно, способствуют постепенному разбавлению радионуклидов из пахотного слоя в нижележащие горизонты путем их механического перемещения. На эродированных, эрозионно-опасных, уплотненных и временно избыточно увлажненных почвах следует применять глубокое рыхление и щелевание.

Предпосевная обработка почвы должна вестись с использованием высокопроизводительных комбинированных агрегатов, совмещающих за один проход выполнение нескольких операций.

Система удобрений. Одним из наиболее эффективных приемов, снижающих поступление радионуклидов в растения, является известкование, так как при этом в почвенном растворе резко уменьшается концентрация водорастворимых ионов, увеличивается содержание подвижного кальция и магния. Эффект снижения количества радионуклидов в урожае от удобрений колеблется в пределах 1,5-3 раза (иногда до 10 раз) и зависит от гранулометрического состава почв, степени кислотности, обеспеченности гумусом, а также от биологических особенностей культур.

Дозы извести изменяются в зависимости от загрязнения почв радионуклидами следующим образом:

Загрязнение, Ки/км ²		Доза извести, соответствующая гидролитической кислотности
цезий-137	стронций-90	
5,0	0,3	1,0
5,0 -4,0	0,3 -3,0	1,5

Применение органических удобрений также способствует уменьшению перехода радионуклидов из почвы в растения. В загрязненных радионуклидами районах запрещен в качестве органических удобрений торф. При небольшом радиусе перевозок рекомендуется применение кремнеземистых и карбонатных сапропелей в дозах 60-80 т/га под пропашные культуры.

Важным приемом, ограничивающим поступление радиоцезия в расте-

ния, особенно на бедных калием дерново-подзолистых почвах, является применение калийных удобрений. Это обусловлено как антагонизмом катионов калия и цезия, так и позитивным влиянием калия на величину урожайности. Дозы калия дифференцированы в зависимости от типа почв и содержания в них обменного калия и вносятся с учетом обеспечения максимальной прибавки урожая.

Дозы калийных удобрений определяют из расчета обеспечения полной потребности сельскохозяйственной культуры и ускоренного повышения содержания калия в почве до оптимального уровня. На почвах с высокой плотностью загрязнения радионуклидами предусмотрено применение повышенных доз калийных удобрений. На почвах с избыточным содержанием калия (на минеральных более 300 мг/кг K_2O , на торфяно-болотных 1200 мг/кг) внесение калийных удобрений не рекомендуется для предотвращения ухудшения качества продукции.

Действие фосфорных удобрений также положительно сказывается на уменьшении поступления радионуклидов из почвы в растительную продукцию, особенно на почвах с низким содержанием подвижных фосфатов. Дозы фосфорных удобрений рассчитываются с учетом сбалансированного питания сельскохозяйственных культур и содержания фосфора в почве. Приоритетом в распределении фосфорных удобрений является плотность загрязнения почв радионуклидами. На почвах с высоким содержанием фосфора (на минеральных более 250 мг P_2O_5 /кг, на торфяно-болотных – 1000 мг/кг) фосфорные удобрения не вносятся.

Важная роль отводится регулированию азотного питания растений. При недостатке доступного азота в почве сильно снижается урожайность. С другой стороны, повышение дозы азотных удобрений усиливает накопление радионуклидов в растениях. В связи с этим дозы азотных удобрений строго регламентируются с учетом потребности растений для получения планируемой урожайности. При применении азотных удобрений следует учитывать все мероприятия, способствующие повышению их эффективности.

Микроудобрения также играют заметную роль в снижении поступления радионуклидов в растения. Применяются микроудобрения с учетом содержания соответствующих микроэлементов в почве и биологических особенностей культур. В почву микроудобрения вносятся только при очень низком их содержании. Некорневые подкормки целесообразно применять следующим образом:

- зерновые многолетние травы – 20-30 г/га д.в. меди;
- лен и свекла – соответственно 30-40 и 100-150 г/га д.в. бора,
- кукуруза – 60-100 г/га д.в. цинка;

Защита растений. Для химической защиты растений от вредителей, болезней и сорняков утвержден перечень разрешенных пестицидов для зон с загрязнением цезием-137 1-15 и 15,1-40,0 Ки/км². Накопление радионуклидов в продукции снижается по мере повышения урожайности, в том числе и от применения защитных мероприятий. Химические средства защиты должны сочетаться с агрохимическими и биологическими способами борьбы с вредителями, болезнями и сорняками.

Особое внимание в условиях радиоактивного загрязнения следует уделять соблюдению точных сроков применения препаратов, не допускать превышения норм их расхода.

Регулирование водного режима. Осушение переувлажненных земель является важным приемом снижения поступления радионуклидов в урожай сельскохозяйственных культур. Это происходит за счет улучшения их водно-воздушного режима и условий минерального питания. Поступление из переувлажненных почв радионуклидов в растительную продукцию зависит от уровня грунтовых вод (УГВ). Для большинства торфяных и минеральных заболоченных почв минеральное поглощение растениями радионуклидов цезия и стронция достигается при положении УГВ на глубине 90-120 см от поверхности почвы. Подъем УГВ на глубину 35-50 см от поверхности почвы приводит к увеличению накопления радионуклидов в растениях до 5-20 раз, поэтому необходимо поддерживать рекомендуемые УГВ.

Регулирование водного режима заключается в локальном осушении заболоченных земель и периодических агромелиоративных мерах на осушенных землях. Это планировка и предотвращение поверхностного стока, раскрытие западин с устройством ложбин стока и колодцев-поглотителей, глубокое рыхление подпахотного слоя и др.

Нельзя допускать превышения влажности пахотного слоя 0,8 полевой влагоемкости. Поэтому орошение следует проводить малыми нормами (100-150 куб./га). Открытая мелиоративная сеть периодически должна окашиваться и подчищаться, производится промывка и ремонт закрытого дренажа.

Предочисткой каналов определяется содержание радионуклидов в донных отложениях и на прилегающей к ним местности. При превышении уровня загрязнения донных отложений над загрязнением почвы окружающей местности более чем на порядок, требуется захоронение вынутого грунта на глубину 0,7-0,8 м вблизи бровок канала.

Контрольные вопросы:

1. Какие из выпавших радиоактивных элементов имеют наибольшую биологическую опасность и почему?
2. От чего зависит поступление радионуклидов из почвы в растение?

3. Как происходит миграция радионуклидов по профилю почв?
4. Что такое коэффициент перехода радионуклидов из почвы в растение?
5. Как осуществляется прогнозирование уровня загрязнения урожая?
6. Перечислите мероприятия, направленные на снижение поступления радионуклидов в урожай сельскохозяйственной продукции.

Занятие 7. СОСТАВЛЕНИЕ КОНТУРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СЕВООБОРОТОВ

Цель: научиться оптимизировать структуру агроландшафта путем создания севооборотов с научно-обоснованным чередованием культур, учитывающим разнообразие почвенно-экологических условий в агроландшафте.

В сложившейся практике организации севооборотов в хозяйствах одной из определяющих задач было обеспечение высокопроизводительного использования сельскохозяйственной техники и повышение производительность труда в земледелии. Для этого проектировались крупные поля правильной конфигурации. В условиях пестроты почвенного покрова это привело к тому, что не все поля в агроландшафте в почвенно-экологическом отношении были однородными. Это значительно снижало урожайность сельскохозяйственных культур, т.к. невозможно было провести технологические операции в оптимальные для каждой почвы сроки. При этом отмечалась неравномерность роста, развития и созревания сельскохозяйственных культур. Учитывая, что не все культуры севооборота в одинаковой степени адаптируются к неблагоприятной почвенно-экологической неоднородности, это приводило к снижению потенциальной эффективности севооборота в целом.

В связи с этим оптимизирован подход к организации и ведению севооборотов. В настоящее время он базируется на максимальном учете почвенно-экологических условий.

В свете экологизации агроландшафтов, принципиальным направлением организации севооборотов является формирование по возможности однородных в почвенно-экологическом отношении полей с введением на каждом из них биологически правильного во времени чередования сельскохозяйственных культур по научно обоснованным схемам, обеспечивающим максимальный экономический эффект и повышение плодородия почв.

Задания:

- 1-3. Изучить пригодность почв для возделывания культур:
 - 1) по типу и гранулометрическому составу; 2 по культуртехническому составу; 3) по кислотности.
4. Составить севооборот по заданию преподавателя, пользуясь специ-

альной литературой.

Задание 1. Изучить пригодность основных групп почв для возделывания сельскохозяйственных культур.

В целях правильного ведения севооборотов определены группы почв, которые в различной степени могут быть пригодны для возделывания сельскохозяйственных культур. На основе данных таблицы 23 сделать вывод и выписать культуры, требовательные и нетребовательные к типу и гранулометрическому составу почв.

Задание 2. Изучить пригодность земель для возделывания сельскохозяйственных культур по культуртехническому состоянию.

Наиболее важными показателями культуртехнического состояния полей являются: закустаренность, рельеф, избыточная увлажненность, удаленность от населенных пунктов и др.

Отношение основных групп сельскохозяйственных культур к этим показателям приведено в таблицах 23-24.

Таблица 23. Сравнительная пригодность основных групп почв для возделывания сельскохозяйственных культур

Агро- группа почв	Сах. свекла	Озимая рожь	Пшеница	Ячмень	Овес	Картофель	Лен	Рапс	Корнеплоды	Кукуруза	Клевер	Травы
I	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
II	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	3
III	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
IV	1	3	1	2	3	3	0	2	2	3	1	2
V	0	2	1	1	2	2	0	2	1	2	0	1
VI	0	1	1	2	2	1	0	0	1	1	0	3
VII	1	2	2	3	3	2	1	2	2	2	2	3

Условные обозначения: I Дерново-карбонатные почвы; II Дерново-подзолистые глинистые и тяжелосуглинистые; III Дерново-подзолистые легкосуглинистые и среднесуглинистые; IV Дерново-подзолистые супесчаные; V Дерново-подзолистые песчаные; Торфяно-болотные с мощностью менее 1 кв. м; VI Торфяно-болотные с мощностью более 1 кв. м; VII Дерново-подзолистые временно избыточно-увлажненные.

0 - непригодные, 1 - малопригодные, 2 - пригодные, 3 - наиболее пригодные.

Таблица 24. Шкала сравнительной оценки пригодности земель для возделывания сельскохозяйственных культур по технологическим свойствам и удаленности

Характеристика технологических условий и удаленности	Степень пригодности земель по технологическим свойствам для возделывания культур				
	зерновые	картофель	сах. свекла, корнеплоды	силосные	травы
Каменистость, м ³ /га: 5-6	2	1	1	2	0
11-25 и более	1	1	1	1	0
Углы склона: До 3°	3	2	2	3	3
3-5°	2	1	1	1	2
Более 5°	1	0	0	1	1
Преобладание тяжело суглинистых и глинистых почв	1	0	0	2	2
Преобладание избыточно увлажненных земель	1	0	0	2	2
Удаленность от хозяйственных и населенных пунктов, км: до 1 км	3	3	3	3	3
1-3	3	2	1	2	3
3-5	2	1	0	2	2
Более 5	1	0	0	2	3

Условные обозначения: 0 - непригодные, 1 - малопригодные, 2 -пригодные, 3 - наиболее пригодные

Задание 3. Изучить отношение сельскохозяйственных культур к реакции почвенной среды

Пользуясь знаниями, полученными в специальных курсах и литературными источниками, сгруппировать сельскохозяйственные культуры по отношению к реакции среды:

- требуют нейтральную или слабощелочную среду;
- требуют кислую среду,

- могут выращиваться в широком диапазоне (рН от 5,5 до 7,0).

Задание 4. Используя, полученные сведения, составить севооборот по заданию преподавателя:

1. почва дерново-подзолистая тяжелосуглинистая; составить 6-польный севооборот с 50% зерновых в структуре посевных площадей и дать обоснование чередованию культур;

2. почва дерново-подзолистая легкосуглинистая, составить 9-польный севооборот с включением поля льна и посевом промежуточных культур и дать обоснование чередованию культур;

3. почва дерново-подзолистая супесчаная, составить 7-польный севооборот с включением поля, занятого картофелем, и дать обоснование чередованию культур;

4. почва дерново-подзолистая песчаная, подобрать культуры, позволяющие получить максимальную продуктивность севооборота, составить севооборот и дать обоснование;

5. почва торфяно-болотная с мощностью торфяного горизонта более 1 м, подобрать культуры и составить севооборот.

Пояснение к заданию

При составлении севооборотов на различных почвах следует учитывать требования сельскохозяйственных культур к предшественнику. Необходимо, чтобы более ценные для хозяйства и требовательные к плодородию почв культуры размещались по лучшим предшественникам.

При определении предшественников, прежде всего, необходимо учитывать:

1. биологические и агротехнические особенности сельскохозяйственных культур;

2. поражаемость сельскохозяйственных растений болезнями, вредителями, их засоренность (степень засоренности и биологические группы сорняков).

Кроме того, необходимо знать следующее:

1) при внесении органических удобрений и размещении промежуточных культур возможны повторные посевы зерновых, если они занимают 50% площади севооборота.

2) Не допускаются посевы зерновых по зерновым в севооборотах элитных семеноводческих хозяйств.

3) по пласту и обороту пласта многолетних трав и зернобобовым хорошо размещать лен, яровую пшеницу, озимую режь, ячмень, картофель;

4) занятые пары следует размещать по полям, наиболее засоренным сорными растениями (после овса, ячменя, яровой пшеницы);

5) подсев многолетних трав осуществлять под покров зерновых культур при их урожайности не выше 35-40 ц/га. При более высоких урожаях подсев производить под однолетние травы (вико-овсяную смесь, горохо-овсяную смесь, люпин на зеленую массу, а также озимую рожь на зеленую массу).

6) промежуточные культуры размещаются после раноубираемых культур.

7) при составлении схемы чередования культур необходимо учитывать фитосанитарные условия культур, не допускающие быстрого возврата их на прежнее поле.

Допустимый срок возврата на прежнее поле составляет: озимой ржи и овса – через 1-2 года; ячменя, яровой пшеницы, гречихи – через 1-3 года, картофеля, однолетних трав, многолетних трав (злаковые), промежуточных крестоцветных культур – через 2-3 года; сахарной свеклы, вики, гороха, клевера, люцерны – через 3-4 года; люпина на зерно и зеленую массу – через 5-6 лет; льна, капусты – через 6-7 лет. Кукуруза может возделываться бессменно.

Контрольные вопросы:

1. Как понимать контурно-экологический севооборот?
2. Какие показатели плодородия почвы необходимо учитывать при составлении контурно-экологического севооборота?
3. Какие культуры более требовательны к почвам?
4. Какие культуры менее требовательны к почвам?
5. Требования, предъявляемые сельскохозяйственными культурами к предшественнику?
6. Что такое монокультура? Какие культуры можно выращивать в монокультуре?
7. Какие культуры можно часто возвращать на старое место, и какие требуют длительного ротационного периода?

Занятие 8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ВТОРИЧНОГО ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ

Цель: определение степени вторичного засоления почвы и оценка качества поливной воды по электропроводности.

Вторичное засоление – это процесс накопления вредных для растений солей в верхних слоях почвы, прежде всего, Na_2CO_3 , Na_2SO_4 , NaCl и др. Непосредственным источником вторичного засоления почв являются находящиеся близко от поверхности солевые грунтовые воды и большое количе-

ство солей в подпочве. Вторичное засоление почв может развиваться и при поливе культур минерализованной водой.

Способствуют возникновению вторичного засоления большая сухость воздуха, чрезмерный нагрев почвы и сильные иссушающие ветры. При вторичном засолении большое значение имеют структурность почвы и степень ее капиллярности. Из бесструктурной почвы после полива 70-80% воды довольно быстро испаряется, а соли остаются в верхних слоях почвы. При наличии хорошо выраженной структуры испарение воды идет лишь со слоя почвы в несколько сантиметров, а количество испаряемой воды после полива составляет примерно 20%. Это резко снижает интенсивность накопления солей.

При близком залегании соленых грунтовых вод вторичное засоление может возникнуть на возвышениях (бугорках) плохо спланированных полей. Здесь вода быстро испаряется и вместе с ней по капиллярам поднимаются соли. В процессе испарения воды соли накапливаются в почве, и возникают солонцовые пятна, что наносит ущерб земледелию.

В Сибири вторичное соленакопление может наблюдаться на химически мелиорированных солонцах, где в 80-е годы, в период массового проведения гипсования, дозы мелиоранта были небольшими.

Во всем мире процессам вторичного засоления и осолонцевания подвержено около 30% орошаемых земель. В Новосибирской области процесс вторичного засоления наиболее выражен на территории Чулымского, Каргатского, южной части Куйбышевского районов. Реальная угроза вторичного засоления земель существует в хозяйствах Кулундинской и Барабинской зон при использовании на орошение минерализованных поверхностных и подземных вод.

Для предотвращения вторичного засоления необходимо создать надежную дренажную сеть, поливную воду расходовать строго по оросительным нормам, отводить минерализованные грунтовые воды в дренажную сеть, применять полив дождеванием. Удаление солей из почвы обеспечивается неоднократными ее промывками.

Для определения степени засоления почв и оценки качества воды, используемой для орошения, широко используют величину электропроводности. Ее измерение основано на принципе, согласно которому сила электрического тока, проводимого солевым раствором при некоторых стандартных условиях, возрастает с повышением концентрации солей в растворе.

Удельная электропроводность имеет размерность Сименс на метр ($УЭП = 1 / (Ом \times м) = См/м$) или миллиСименс на сантиметр. Поскольку электропроводность солевого раствора возрастает приблизительно на 2% при по-

вышении температуры на 1°C, все значения должны быть приведены к эквивалентным значениям при стандартной температуре 25°C. На измерительных устройствах это делает термокомпенсатор.

Для измерения УЭП растворов электролитов, в том числе с концентрацией ниже 0,05 М, широко используют кондуктометры. Несомненным достоинством кондуктометрического метода является точность измерения (порядка 0,1 %), и возможность автоматизации измерений. Кроме этого, метод отличается простейшей математической обработкой экспериментальных данных.

Кондуктометрическая установка состоит из электрохимического преобразователя, электродов и измерителя (лабораторного кондуктометра). Работа с установкой сводится к заполнению стаканчика объемом 100 мл исследуемым раствором, подключению электрохимического преобразователя и проведению измерений в соответствии с руководством по эксплуатации прибора.

Продолжительность однократного измерения УЭП подготовленной для измерения пробы на приборе составляет 2 с, а время установления показаний прибора – 30-40 с.

Перед каждым измерением и после него электроды следует промыть дистиллированной водой.

Оснащение занятия: навеска почвы 100 г; колбы на 250 мл; стакан объемом 100 мл, воронка диаметром 8 см; двойной бумажный фильтр того же диаметра; дистиллированная вода, химический реактив NaCl, кондуктометр.

Описание занятия:

1. Предварительный этап. Приготовить пасту из почвы и воды с соотношением = 1:1. Для этого взять 50 г растертой воздушно-сухой почвы, добавить дистиллированную воду, перемешать, закрыть крышкой и оставить на сутки для достижения равновесия. Из каждого образца следует приготовить 2 повторения.

2. Надосадочную жидкость отфильтровать через двойной складчатый фильтр в мерные стаканчики объемом 100 мл.

В случае работы с поливной водой первые 2 операции пропустить.

3. Включить прибор в сеть, подключить измерительный электрод и настроить на измерение ЭДС. Прибор должен прогреться в течение 20 мин. Электрод при этом должен быть погружен в дистиллированную воду.

4. Электрод опустить в исследуемый раствор, выждать 30-40 с, пока показания датчика не стабилизируются, и снять показания прибора в той размерности, которая высветилась на приборе.

5. По таблице найти степень засоления почвенной пасты:

Степень засоления почвы	УЭП, мСм/ см
Незасоленная	0-2
Слабозасоленная	4-8
Среднезасоленная	8-15
Сильнозасоленная	>15

Границей засоления почвы считается значение УЭП 2 мСм/см.

6. Для перевода значений УЭП почвенной пасты в концентрацию солей провести серию измерений УЭП в растворах с заданной концентрацией NaCl.

Для этого приготовить растворы со следующими концентрациями солей:

30%, 20%, 15%, 10%, 7,5%, 5%, 2,5%.

В каждом растворе измерить УЭП согласно пункту 4.

7. Построить калибровочный график, отложив по оси абсцисс значения концентраций соли, а по оси ординат значения УЭП. Используя график, найти, какая концентрация соли соответствует УЭП исследованного Вами образца почвы или поливной воды.

8. Сделать вывод о развитии процесса вторичного засоления почвы в месте отбора почвенного образца.

Сделать вывод о степени минерализации поливной воды.

Эти расчеты лишь приближенно оценивают минерализацию почв, поскольку соотношение различных солей в почвах бывают самыми разнообразными.

Контрольные вопросы:

- 1) Что такое вторичное засоление и вследствие каких причин оно возникает?
- 2) Какие условия способствуют развитию вторичного засоления почвы?
- 3) Поясните, почему для определения засоления почвы или степени минерализации воды можно использовать кондуктометрию?
- 4) Какое содержание солей характерно для незасоленных почв и какие показания удельной электропроводности этому соответствуют?
- 5) Поясните, какое содержание солей в слабозасоленной, среднезасоленной и сильнозасоленной почве?
- 6) Как бороться с вторичным засолением почв?

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ

Цель: ознакомиться с негативными последствиями применения пестицидов для окружающей среды; оценить их фитотоксическое действие для

культурных растений и последствие в почве; изучить приемы снижения негативного действия пестицидов на почву и культурные растения.

Среди представляющих опасность для окружающей среды веществ пестициды занимают особое место. Это единственные загрязнители, которые применяются в агроландшафтах намеренно и на больших площадях. Они позволяют сохранить до 25% мировой урожайности зерна и не менее 40 % плодовой и овощной продукции. Например, технологии ресурсосберегающего земледелия, особенно, No-till, важные для сохранения и воспроизводства почвы, сопряжены с обязательной химической защитой посевов от сорняков и болезней, что, безусловно, имеет определенные экологические последствия. Засоренность посевов заставляет земледельцев прибегать к гербицидным обработкам и в традиционных для Сибири технологиях возделывания сельскохозяйственных культур.

Изменения, происходящие в окружающей среде под влиянием пестицидов, в основном связаны с их рассеиванием при обработке. Подсчитано, что от 60 до 98% объема препарата не попадает на объект подавления, а начинает движение по природным средам. Кроме того, загрязнение среды пестицидами может произойти при их неправильном хранении, перевозке и утилизации.

В своем большинстве пестициды являются чуждыми для живых организмов веществами, но часть их имеет аналоги биогенного происхождения, от которых отличается токсичной концентрацией. Поэтому пестициды неизбежно влияют на экосистемы любого уровня, вызывая локальные, ландшафтно-региональные и регионально-бассейновые последствия

Степень воздействия пестицида на окружающую среду зависит от свойств препарата и условий той местности, где его применили. Условия местности определяют возможность сорбции-десорбции препарата в почве и водоеме, вероятность трансформации, а также скорость и направление миграции препарата. К таким условиям относятся рельеф местности, почвенные и климатические условия.

В почве доступность пестицида для организмов в значительной степени контролируется содержанием органического вещества (чем оно выше, тем выше вероятность закрепления препарата и его остатков), гранулометрическим составом и связанной с ним емкостью поглощения, а также кислотнo-щелочными условиями. Химическая трансформация пестицида в экосистеме связана с температурой атмосферы, воды и почвы, их кислотнo-основными свойствами и обеспеченностью территории светом.

Если климатические и погодные условия местности приближены к экстремальным, (например, засушливым) вероятность сохранения и вторичного накопления пестицидов и их метаболитов увеличивается.

Все отрицательные явления, проявляющиеся в окружающей среде после применения пестицидов, объединены под одним общим названием «пестицидный бумеранг». Сюда следует отнести:

1. Развитие устойчивости (резистентности) вредных организмов к препарату. Она связана с пестицидным отбором, при котором чувствительные особи гибнут, а генетически устойчивые продолжают воспроизводить потомство. Хозяйственники часто преодолевают резистентность организмов, увеличивая дозу применяемого пестицида до 25%, что обостряет экологические проблемы территории.

2. Влияние пестицидов и их остатков на полезную флору и фауну – «удар по своим». Это изменения в агрономически полезной микрофлоре, гибель млекопитающих, птиц, рыб, развитие дизбактериоза в желудочно-кишечном тракте млекопитающих и человека.

Побочное влияние инсектицидов проявляется в гибели энтомофагов, численность которых восстанавливается гораздо медленнее, чем фитофагов. Кроме того, исчезновение определенного вида хищника или паразита способствует развитию второстепенных вредителей.

3. Эффект кумуляции пестицидов при передаче по цепям питания. Остатки пестицидов в окружающей среде поглощаются растениями или животными (особенно гидробионтами), которые, в свою очередь, потребляются более крупными животными, и в них концентрация пестицидов постепенно растет. В наземных экосистемах от пестицидов больше страдает человек и животное – конечный хищник (птицы, лисы и др.). У животных из-за присутствия хлорорганических пестицидов нарушается репродуктивный процесс, в яйцах формируется недостаточной твердости скорлупа. В водных экосистемах особо чувствительны к пестицидам зоопланктон (ветвистоусые раки погибают в 3-5 поколениях), рыбы и беспозвоночные в эмбриональных и личиночных стадиях развития (Негробов, 1997).

У человека кумуляция пестицидов способствует появлению злокачественных новообразований (канцерогенезу), заболеваниям желудочно-кишечного тракта и др. Поэтому между человеком и пищей необходимо установить барьер безопасности в виде МДУ (максимально допустимого уровня) пестицида в продукции и срока ожидания. Кроме того, уменьшению остатков пестицидов в пище способствуют все приемы хранения, переработки и приготовления продуктов.

4. Проблема утилизации неиспользованных пестицидов. Утилизация

пестицидов должна осуществляться на специальном оборудовании методами пиролиза (сжигания в печах с температурой не менее 1000°C), гидролиза (кислотного или щелочного) и микробиологической деструкции (в ферментерах). Недоступность такого оборудования для хозяйств заостряет в России проблему утилизации исключенных из списка препаратов и создает дополнительную угрозу окружающей среде при бесконтрольном их захоронении.

*Приемы и перспективы снижения отрицательного
воздействия пестицидов на агроландшафт и здоровье человека*

Итак, судьбу пестицидов в экосистеме определяет множество факторов. Оценивают состояние окружающей среды после применения препаратов в первую очередь по критериям химического мониторинга с использованием стандартных высокочувствительных методов анализа остатков. Суммарное действие токсикантов на экосистему выявляют по критериям биологического мониторинга.

В России, как и в других развитых странах, предъявляют жесткие требования к эколого-токсикологической безопасности пестицидов. Благодаря этому уже первичный скрининг позволяет выбраковывать генотоксичные вещества. Снижает потенциальный экологический риск пестицидов использование таких препаративных форм, как водорастворимые и вододиспергируемые гранулы, концентрат суспензии, водные эмульсии и, особенно, применение препаратов в водорастворимых пакетах, содержащих гектарную дозу пестицида. Перспективным считается использование антидотов – химических средств повышения устойчивости культурных растений к гербицидам, которые встраивают непосредственно в препарат. С помощью антидотов стало возможным усилить активность почвенных гербицидов по отношению к сорнякам, сохраняя при этом селективность к культурным растениям.

Переход токсиканта из почвы в культурное растение можно снизить, известкуя кислые почвы и внося органические удобрения. При высоком уровне загрязнения почвы пестицидами следует применять сорбенты типа цеолитов или активированного угля (что актуально при выращивании риса), а также высевать детоксицирующие культуры, например, капустные или бобовые. Действие таких культур на содержание пестицида в почве опосредованно: в их ризосфере усиленно размножаются микроорганизмы, способные быстро разлагать органические препараты.

Но главное условие решения большей части эколого-токсикологических проблем – это соблюдение рекомендованных для обработки посевов концентраций препаратов. Поэтому загрязнение почв сельскохозяйственных в стране, как правило, носит ситуационный характер и не имеет

больших масштабов. В Сибири оно выявляется, как правило, в засушливые годы и на полях тех хозяйств, где дозировка препарата не соблюдалась.

Занятие 9. Биоиндикация загрязнения почв пестицидами по проросткам культурных растений

Цель: определить фитотоксическую активность почвы для растений яровой пшеницы после применения в предыдущую вегетацию пестицидов третьего поколения: гербицида и фунгицида против листостеблевых инфекций.

Метод биоиндикации дает возможность учитывать суммарное действие на культуру не только используемого пестицида, но и всех продуктов его распада, многие из которых более фитотоксичны, чем исходный препарат.

Оснащение занятия: навеска почвы 10 г; колбы на 250 мл с 90 мл кипяченой воды; воронка диаметром 8 см; бумажный фильтр того же диаметра; бумажные и полиэтиленовые полосы 7х50 и 3х50 см, семена редиса, кресс-салата или других тест-культур.

Описание занятия

1. Отбор и подготовка проб почвы.

Пробы почвы следует отобрать осенью после уборки культуры в 20 точках опытного и контрольного участков по диагонали до глубины 30 см. Пробы с каждого участка соединить в один общий образец. Затем его высушить до воздушно-сухого состояния, размолоть на мельнице до частиц размером не более 0,5 мм и хранить в этикетированных пакетах.

Более подробные требования к отбору и подготовке образцов приведены в справочнике: Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде/Под ред. М. А. Кисленко. – М.: Колос, 1993. – С. 270-271.

2. Методика проведения опыта.

Навеску почвы 10 г в 3-кратной повторности поместить в 3 колбы с 90 мл воды, закрыть пробками и оставить при комнатной температуре на 1 сутки. Контрольный образец заложить одновременно с основным.

Через 24 часа надосадочную жидкость слить через воронку с фильтром в стеклянный сосуд.

Приготовление бумажных рулонов. Полосу бумаги 7х50см смочить. Смоченную полосу положить сверху на полиэтиленовую полосу такого же размера. Вдоль прямой линии посередине бумажной полосы разложить промытые водой 50 семян яровой пшеницы. Зародыш семян должен быть направлен в одну сторону. Смочить еще одну бумажную полосу размером 3х50 см и закрыть ею ряд разложенных семян, прижимая пальцами мокрую бумагу так, чтобы зафиксировать семена. После этого “сэндвич” дополнить

узкой полиэтиленовой полосой, накладываемой сверху. Рулон свернуть, начиная с одного конца, подписать и связать ниткой. Затем рулон поместить на 1 сутки в стеклянный сосуд с почвенной вытяжкой, после чего переставить в воду.

Определение фитотоксичности остаточных количеств пестицидов

На следующем занятии рулоны развернуть и измерить длину самого большого корешка у каждого семени, определить среднюю длину корней у всех 50 семян. Затем по каждому варианту вычислить процент угнетения роста корневой системы по сравнению с контролем.

Фитотоксическую активность остаточных количеств пестицидов в процентах ингибирования вычислить по формуле

$$A_{\phi} = 100 - (D_x/D_k) \cdot 100,$$

где A_{ϕ} - фитотоксическая активность ингибирования, %;

D_x - средняя длина корней на опытном варианте, мм;

D_k - средняя длина корней на контроле, мм.

Оценить уровень фитотоксичности каждого образца почвы по шкале: 1) $A_{\phi} < 20$ – фитотоксичность не проявляется; 2) $20 < A_{\phi} < 40$ – слабая фитотоксичность; 3) $40 < A_{\phi} < 60$ – средняя фитотоксичность; 4) $A_{\phi} > 60$ – сильная фитотоксичность (Максимова, Морковкин, 2003).

Сравнить результаты биотестирования почвы после применения гербицида и фунгицида.

Занятие 10. Определение фитотоксической активности протравителей семян по отношению к культурному растению

Цель: выявить характер изменения физиологического состояния растений, протравленных химическими и биологическими фунгицидами, в сравнении с контролем по нарушению электропроводности клеток листьев.

Фунгицидные препараты, применяемые для протравливания семян культурных растений, могут влиять на деление клеток и ростовые процессы растения, что в последствии скажется на изменении урожайности. Определить устойчивость сорта культурного растения к препарату можно методом прямой кондуктометрии. Системные фунгициды попадают в растения и свободно диффундирующие через мембраны клеток проростка. При этом у чувствительных сортов проницаемость мембран резко повышается, и из клеток быстро теряются важные для жизни элементы, что регистрируется кондуктометром.

Оснащение занятия: семена яровой пшеницы (не менее 300 г), химический и биологический фунгициды (например, имеющиеся в продаже Раксил

ультра и Бактофит); банки объемом до 200 мл с герметичными пробками; пипетки для отмеривания препаратов, разделочные доски, канцелярские ножи, капроновые мешочки вместимостью 300 г измельченной зеленой массы, фильтровальная бумага для промакивания навесок, мерные стаканы на 100 мл, дистиллированная вода, кондуктометр, весы.

Описание занятия:

1. Предварительный этап. Протравить семена яровой пшеницы препаратами с нормой применения, указанной на упаковке. Для этого использовать пипетки и банки с герметичными крышками (препарат растворить в воде в концентрации, пересчитанной на 100 г семян, вылить в герметично закрывающуюся банку со 100 г семян пшеницы. Банку закрыть, встряхивать в течение 10 мин. оставить на 1 час).

Заложить семена в рулоны, пользуясь пинцетами и резиновыми перчатками. Закладку рулонов провести в соответствии с описанием в работе 8. На 1 вариант следует заложить 3 рулона.

Всего в работе должно быть не менее 3 вариантов: контрольный, без протравливания, опытный с химическим протравителем и для сравнения опытный вариант с биологическим протравителем.

Рулоны поместить в воду и поставить в фитотрон. При его отсутствии поставьте на освещенный подоконник. Выращивать растения нужно до фазы 3 листьев.

2. Подготовка к анализу образцов листовой ткани (Коробова, Гурова и др., 2008)

У проростков отделить вторые листья, промыть водопроводной водой, обсушить фильтровальной бумагой. В каждом варианте приготовить средний образец. Для этого из средней части листьев канцелярским ножом нарезать ткань на кусочки размером 1,5 x 1,5 мм, поместить в капроновый мешочек и промыть под струей водопроводной воды 30 минут.

Вытащить листовую ткань, промокнуть фильтровальной бумагой и приготовить навеску. Перенести ее в стеклянный стакан на 100 мл с дистиллированной водой. Соотношение массы листовой ткани и дистиллированной воды 1:20.

Стаканчики выдержать в условиях освещения 1ч.

3. Измерение электропроводности

Включить кондуктометр, дать ему прогреться 20 мин. Электрод при этом должен быть погружен в дистиллированную воду.

Слить в стакан на 100 мл (или отфильтровать) водную вытяжку и измерить ее электропроводность на кондуктометрической установке. Для этого электрод опустить в исследуемый раствор, выждать 30-40 с, пока показания

датчика не стабилизируются, и снять показания прибора в той размерности, которая высветилась на приборе.

Оценить устойчивость сорта пшеницы (К) к препарату по формуле:

$$K = \frac{|G_0 - G_K|}{G_K} \cdot 100\%, \text{ где}$$

G_K – электропроводность водных вытяжек листьев контрольных образцов; G_0 – электропроводность водных вытяжек листьев опытных образцов.

Об устойчивости сорта судят по относительному изменению электропроводности (К) водных вытяжек листовой ткани проростков.

4. Сравнить К у сорта пшеницы для химического и биологического препаратов.

Контрольные вопросы:

1. В чем проявляется явление пестицидного бумеранга?
2. Как агрономической практикой можно снизить отрицательное влияние пестицидов на окружающую среду?
3. Какие характеристики почвы способствуют снижению загрязнения растениеводческой продукции пестицидами?
4. Какие способы предотвращения вреда пестицидов окружающей среде являются на сегодняшний день перспективными?
5. В чем сущность метода биоиндикации остаточных количеств пестицидов в почве и почему его считают перспективным?
6. Поясните, зачем в растениеводческих технологиях в баковой смеси с гербицидами применяют различные БАВ?

ЭКОЛОГИЯ СООБЩЕСТВ

Занятие 11. Экологическая оценка степени выживания и жизненной стратегии растений в агроландшафте

Цель: научиться выявлять тип жизненной стратегии вида и его связь с выживаемостью популяции.

Растительное сообщество агроландшафтов (создаваемое и поддерживаемое человеком) носит название агрофитоценоза (от греческого agros - поле, plant – растение, coinos – общий). В него входят культурные, сорные растения и дикоросы. Центральное место в агрофитоценозе принадлежит культурам. И это не только доминирующие по численности виды фитоценоза, но и важный экологический фактор, оказывающий многостороннее влияние на экологическую обстановку в агроэкосистемах и в агроландшафте.

Растения агроландшафта разнообразны по видовому составу, адаптивным возможностям, жизненным стратегиям. По степени выживания в экоси-

стемах и характеру жизненной стратегии растения подразделяют на три основные группы: r-стратегов (эксплерентов); K-стратегов (виолентов); S-стратегов (пациентов). Первым такую классификацию предложил Л.Г. Раменский (1938).

Эксплерентов образно называют «бродягами» или «шакалами». Они не накапливают больших запасов органического вещества и почти не конкурентоспособны. Для группы характерна выраженная пластичность и высокая плодовитость. В природе r-стратеги обычно растут на новых, нарушенных территориях, где мало другой растительности и отсутствует конкуренция. Плодоносят такие растения даже в угнетенном состоянии.

Растения K-стратеги называются виолентами (образно – «силовиками», «львами»). Они обладают выраженной конкурентной способностью, имеют, как правило, мощный габитус и хорошо развитую корневую систему. Виоленты чаще всего являются эдификаторными видами, т.е. определяют особенности физической среды как для самого фитоценоза, так и для биоценоза в целом. Их реализованная экологическая ниша приближается к фундаментальной экологической нише.

Растения S-стратеги названы пациентами (образно – «верблюдами», «терпеливцами»). Они хорошо переносят неблагоприятные условия среды за счет специальных физиолого-биохимических механизмов переживания стресса. Экологическая ниша пациентов по объему приближается к фундаментальной. У некоторых пациентов хорошо выражена дифференциация ниш. Следует отметить, что кроме типичных эксплерентов, виолентов и пациентов в природе много видов с переходной (промежуточной) стратегией.

Кроме разных жизненных стратегий виды фитоценоза имеют разные адаптации к условиям освещенности, увлажнения и почвенным условиям. Поэтому здесь есть вертикальная и горизонтальная структурированность. Ярусность фитоценоза (или вертикальная структура) это расчлененность толщи растительного покрова на слои или горизонты. Также в фитоценозе может быть и горизонтальная неоднородность, т.е. мозаичность. Например, заметны вариации в составе фитоценоза, густоте стояния растений, пространственном размещении отдельных видов (агрегированно, случайно или равномерно). Благодаря растениям в каждом ярусе создаются более или менее своеобразные абиотические условия, и формируется определенное сообщество видов консументов и редуцентов, связанных с растениями.

Совокупность трофически и топически связанных растений и животных образует консорцию, т.е. биологическую систему, где центральным ядром или детерминантом является растение. Отличительная черта консорции –

общность эволюционного процесса и взаимного приспособления видов друг к другу в течение длительной коадаптации.

Оснащение занятия: материалы с описанием биологических особенностей культур.

Описание занятия:

Задание 1. Изучить биологические особенности 10 видов растений, возделываемых в лесостепи и степи Западной Сибири.

Задание 2. На основании описания дать оценку жизненной стратегии каждого вида растений.

Например, донник желтый. Вид неприхотлив, устойчив к биотическим и абиотическим стрессам, имеет высокую биологическую продуктивность, мощную, хорошо развитую корневую систему, способен подавлять сорные растения и патогенную микрофлору. Поэтому он относится к группе пациентов, с ярко выраженными виолентными свойствами.

Задание 3. Заполнить таблицу 25.

Таблица 25. Характер жизненной стратегии растений в агрофитоценозах

Вид растения	Характер жизненной стратегии		
	эксплеренты	виоленты	пациенты
1. Донник желтый	-	-	+
2. Яровая пшеница			
3. Яровой ячмень			
....			
10. Просо			

Контрольные вопросы:

1. В чем состоит принципиальное различие К-отбора и г-отбора?
2. Как относятся организмы К- и г-стратегий к флуктуациям количества ресурсов?
3. Какие ученые внесли вклад в разработку концепции К-отбора и г-отбора?
4. Отношение к каким факторам среды отражают типы стратегий Раменского?

Занятие 12. Динамические характеристики популяции

Цель работы – определить удельную скорость роста численности на примере популяции эпифитных дрожжей.

Надземные части растений почти всегда заселены эпифитными дрож-

жами. Их численность на зеленых листьях растений обычно колеблется в пределах 10^3 - 10^5 КОЕ/г, а на отмирающих и мертвых, но находящихся на корню неодревесневших частях растений, численность дрожжей может достигать 10^7 - 10^8 КОЕ/г (Бабьева, Чернов, 2004). Эпифитные дрожжи – комменсалы, «нахлебники» растений, питающиеся их прижизненными выделениями. В составе выделений глюкоза, фруктоза, сахароза, в меньшем количестве трегалоза, галактоза, органические кислоты, а также белки, аминокислоты, нуклеиновые кислоты. Многие дрожжи способны также использовать в пищу липиды листовой кутикулы и гемицеллюлозы. Дрожжи прочно адгезируются на поверхности листьев и встречаются в межклеточном пространстве и внутри тканей растения.

Динамика эпифитного дрожжевого населения определяется сочетанием трех групп факторов: 1) погодно-климатическими факторами (температурой, влажностью и др.); 2) фенологическими ритмами растений, с которыми связаны концентрация и химический состав экссудатов; 3) биологическими ритмами в жизнедеятельности беспозвоночных животных, ассоциированных с растением, прежде всего фитофагов и опылителей.

Скорость роста любых популяций описывается математически с помощью дифференциальных уравнений. Если численность популяции растет экспоненциально, то выполняется соотношение $\frac{dN}{dt} = rN$, где N – численность популяции в момент времени t , а коэффициент r – удельная скорость роста популяции.

Удельная скорость роста – один из важнейших показателей, используемых для характеристики растущей популяции. Простейший способ ее определения – графический (рис. 1).

График уравнения экспоненциального роста популяции в координатах t и $\ln N$, представляет собой прямую линию, где r – тангенс угла наклона этой прямой. Поэтому для определения r достаточно для любого интервала времени от t_1 до t_2 вычислить соотношение

$$r = (\ln N_2 - \ln N_1) / (t_2 - t_1),$$

где r – удельная скорость роста; N_2 — количество клеток в опытный момент времени; N_1 — количество клеток в начальный момент времени; $(t_2 - t_1)$ – интервал между начальным и опытным моментом времени.

При логистическом росте численности популяции уравнение принимает другой вид:

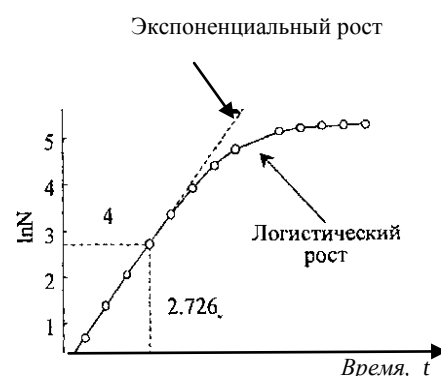


Рис. 1. Графики уравнения экспоненциального и логистического роста популяции

$$\frac{dN}{dt} = r_{max} \left(\frac{K-N}{K} \right),$$

где K – максимально возможный для данной среды уровень численности популяции, называемый «емкостью среды»,

r_{max} – удельная скорость роста численности в начальный момент времени.

На начальной стадии роста (при $N < K$) график зависимости $\ln N$ от t практически представляет собой почти прямую линию. Поэтому для определения начальной удельной скорости логистического роста нужно построить график зависимости $\ln N$ от t и для наиболее прямолинейного участка кривой вычислить соотношение [1].

В случае реальных экспериментальных данных бывает трудно оценить прямолинейность начального участка графика. Поэтому обычно не ограничиваются только одним вычислением r для двух случайно выбранных точек на прямой, а проводят несколько вычислений, например для временных интервалов t_1-t_0 , t_2-t_1 , t_3-t_2 и т.д. Полученные оценки усредняют, предварительно выбраковав сильно отличающиеся значения (см. любой учебник статистики). Следует помнить, что чем больше взят интервал от t_0 , тем больше будет сказываться влияние емкости среды K и тем более заниженным будет значение r_{max} .

Для расчетов динамики роста эпифитных дрожжей воспользуемся экспериментальными данными по влиянию температуры на популяцию *Rhodotorula glutinis* в периодической культуре.

Штаммы дрожжей, выделенные с листьев осота полевого методом отпечатка, выращивали в жидкой питательной среде в колбах на качалке при 5 разных температурах. Через определенные интервалы времени (всего их 15) из каждой колбы отбирали образцы и определяли концентрацию клеток дрожжей (N), подсчитывая их под микроскопом. Результаты эксперимента представлены в таблице 26.

Таблица 26

Численность клеток эпифитных дрожжей, млн. клеток / мл

Время, час	Температура культивирования				
	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
1	2	3	4	5	6
0	55	60	65	69	56
0,5	55	63	71	84	57
1	55	66	77	97	58
1,5	56	69	84	117	61
2	57	82	90	139	62
3	58	78	106	189	63

1	2	3	4	5	6
4	59	83	127	248	66
5	60	92	149	310	71
6	60	100	172	385	74
7	60	109	194	443	76
8	63	117	224	512	81
9	64	127	253	562	82
10	65	135	282	593	85
15	71	191	417	685	106
20	76	256	514	698	127

Задания:

1. Вычислить натуральные логарифмы численности дрожжей.
2. Построить график зависимости $\ln N$ от времени.
3. Рассчитать удельную скорость роста популяции дрожжей r для каждой из температур. Результаты представить графически.
4. Дать биологическое объяснение полученной зависимости r от температуры.

Описание занятия

Задание 1. Воспользовавшись данными таблицы 2, рассчитать натуральные логарифмы численности дрожжей для 15 временных интервалов. Результаты расчета занести в таблицу 27.

Таблица 27

Натуральные логарифмы численности дрожжей

Время, час	Температура культивирования				
	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
0					
0,5					
1					
1,5					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
15					
20					

Задание 2. Построить график зависимости $\ln N$ от времени.

Отобразить кинетику роста популяции дрожжей на рисунке 2. На оси абсцисс отложить 15 временных интервалов, на оси ординат – данные в виде натуральных логарифмов численности. На одном и том же рисунке представить все 5 кривых, соответствующих температурам в 10, 15, 20, 25 и 30°C.

Задание 3. Рассчитать удельную скорость роста популяции дрожжей r для каждой из температур. Результаты представить графически.

На рисунке 2 найти интервал времени, на котором начальные участки всех 5 кривых представляют собой более или менее прямую линию (например, интервал между 2 и 8 часами). На таком прямолинейном участке рост популяции дрожжей может быть приближенно описан экспоненциальным законом. Рассчитать в этом интервале значения r согласно уравнению [1].

Например, при 20°C значение $\ln N$ в интервале 2 часа равно 4,5, в интервале 8 часов – 5,41. Отсюда, согласно уравнению [1], $r = (5,41 - 4,5) / (8 - 2) = 0,15$.

Построить график зависимости удельной скорости роста дрожжей r от температуры. Для этого на рисунке 3 на оси абсцисс отложить 5 значений температуры, на оси ординат – значения r .

Задание 4. Дать биологическое объяснение полученной зависимости r от температуры.

Проанализировать, соответствует ли полученная кривая теоретической зависимости биологической активности от фактора среды (кривой оптимума).

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте экспоненциальную модель роста популяции.
2. Почему модель экспоненциального роста редко наблюдается в природных популяциях?
3. Из каких фаз состоит логистическая модель роста популяции?
4. Что такое равновесный уровень плотности популяции? Существуют ли специальные механизмы поддержания этого уровня?
5. Какие причины вызывают циклическую динамику популяций?
6. Как изменяется численность у большинства популяций в природных условиях?

Занятие 13. Оценка конкурентоспособности растений в агрофитоценозах

Цель: изучить методику оценки конкурентоспособности растений в полевых агрофитоценозах.

В растительных сообществах (агрофитоценозах) различные виды растений вступают между собой в сложные взаимоотношения. В полевых фитоценозах доминируют внутривидовые отношения, хотя за этим утверждением кроется элемент условности, особенно если принять во внимание почву как биологическую среду, где обитают мириады простейших организмов, с которыми растения вступают в контакт или непосредственный (например, симбиоз), или через продукты их жизнедеятельности. И в тех, и в других случаях в основе лежит материально-энергетический обмен, а, следовательно, налицо взаимная связь и связь с окружающей средой. Не так уж редко встречаются и смешанные посевы, особенно с бобовыми компонентами.

Важнейшими компонентами агрофитоценоза являются сорные растения, которые являются спутниками культурной растительности. Сорняки, губящие подчас значительную долю урожая являются, однако, такими же закономерными участниками наших посевов, как многие другие так называемые спутники в естественных растительных сообществах.

Между культурным и сорным компонентом полевых сообществ, как и между составляющими их отдельными видами растений, формируются и устанавливаются определённые взаимоотношения - один из факторов, обуславливающих состояние и продуктивность полевых культур.

С началом набухания семян, образованием главного и придаточного корней, появлением семядольных и настоящих листьев интенсивность взаимного воздействия культурных растений и сорняков усиливается и обостряется. Характер и выраженность этих взаимоотношений дополняются влиянием на них постоянно обитающих в почве живых организмов (бактерии, грибы, нематоды, дождевые черви, личинки и взрослые особи насекомых и др.) (Баздырев, 2000).

По степени сложности и напряженности взаимоотношений растений в агрофитоценозах, состоящих из злаковых растений, различают три периода:

1. Начальный период, охватывающий фазы от начала набухания семян до фазы начала кущения;
2. Основной период - от фазы кущения до конца цветения и начала созревания семян;
3. Конечный период - фазы созревания семян и отмирания растений.

Эти периоды более отчетливо прослеживаются в агрофитоценозах, чем в природных сообществах, в связи с природными особенностями культивируемых растений, кратковременностью их существования и своеобразием динамики сообществ.

В ранний период жизни растения могут существенно изменять среду посредством выделения метаболитов, выделяющихся вначале из семян, а за-

тем из проростков и корней. Степень влияния зависит от природы растений и их количества. Влияние метаболитов может быть стимулирующим или ингибирующим, прямым и косвенным.

Второй, основной, период развития растений, это период максимума активности физиологических процессов в растениях и максимальной интенсивности обменных процессов со средой, а следовательно, наибольшего разнообразия форм взаимодействия растений друг с другом и средой. Характер и степень напряженности взаимовлияний растений в этот период зависят от природных свойств растений, способа посева, темпов роста, высоты, фазы развития растений, структуры и особенно плотности сообщества, степени участия каждого из видов в агрофитоценозе и характера фитоценотической среды. Этот период включает следующие фазы: кущение, выхода в трубку, колошения, цветения и молочной спелости семян.

Наблюдениями установлено, что чем выше растение, чем быстрее оно растет, чем выше его облиственность и продолжительность его жизни - тем сильнее оно подавляет сорные растения. В случае угнетения действие проявляется тем сильнее, чем ближе расположены сорные растения к культурным. Влиянием одних растений на другие сопровождается глубокими изменениями физиологических процессов, протекающих в растениях, - ускорением или замедлением их, в частности накоплением или расходом пластических веществ или зольных элементов.

Третий, конечный, период развития и отношений растений охватывает фазу созревания семян и завершения вегетации. Он характеризуется спадом физиологических процессов в растениях и слабой степенью влияния их друг на друга.

Сорняки обладают определёнными преимуществами в конкурентной борьбе с культурными растениями. Одним из таких факторов является способность размножаться не только семенами, но и корнями, корнеотпрысковыми корневищами, стеблями, листьями.

Несмотря на современные способы борьбы с сорняками они не исчезли, они сопутствуют культурным посевам, а некоторые и живут только в культурных посевах. Ведь не случайны названия, к примеру, таких сорняков, как плевел льняной, рыжик льняной, торица льняная, костер ржаной, овсюг и другие.

Современные фитоценологи считают, что в полном искоренении сорняков нет необходимости, так как не небольшая численность сорных растений не только ухудшает, а наоборот улучшает экологическую обстановку в агробиоценозе. Вокруг корневой системы сорных растений формируется сообщество бактерий, грибов и других организмов - деструкторов, ускоряющих

минерализацию стерни. При обогащении почв удобрениями, сорняки накапливают их в своих телах, особенно в подземных органах. Они становятся своеобразным резервуаром питательных веществ. Поэтому не усвоенные культурами элементы питания из почв не вымываются, а после минерализации фитомассы сорных растений элементы минерального питания возвращаются в почву. Сорняки, обладающие глубокой корневой системой, способны извлекать минеральные вещества из недоступных культурным растениям глубинных слоев почвы.

Химические выделения растений могут служить одним из способов взаимодействия между растениями в сообществе, оказывая на организмы либо токсичное, либо стимулирующее действие. Такие химические взаимовлияния получили название аллелопатии. В качестве примера можно назвать выделения соплодий свеклы, тормозящие прорастание семян куколя. Нут подавляюще действует на картофель, кукурузу, подсолнечник, томаты и другие культуры; фасоль — на рост яровой пшеницы; корневые выделения пырея и костреца — на растущие вблизи с ними другие травянистые растения и даже деревья. Как крайнюю форму аллелопатии или невозможность существования того или иного вида в присутствии другого в результате интоксикации среды, называют *аменсализмом*. Аменсализм соответствует прямой конкуренции, антибиозу и антагонизму. В целях борьбы с сорняками в практике сельскохозяйственного производства широко применяются гербициды, которые отрицательно влияют на состояние окружающей среды. В связи с этим возникает необходимость поиска и разработки альтернативных направлений в системе борьбы с сорной растительностью.

Одним из таких альтернативных направлений в борьбе с сорной растительностью является приём, связанный с их подавлением другими видами растений при конструировании агрофитоценозов.

Слабая изученность взаимоотношений между организмами одного вида очень отрицательно сказывается на многих вопросах, связанных с повышением урожайности наших культурных растений в посевах которых мы, как правило, имеем дело с одним фитоценозом (если не принимать во внимание сорняки, которые должны отсутствовать в чистых посевах, и не учитывать микроорганизмы, всегда присутствующие в почве).

До сих пор высокие урожаи культурных растений, полученные передовиками нашего сельского хозяйства, совершенно недостаточно осмыслены теоретически и это очень сильно мешает распространению опыта передовиков на всё сельское хозяйство. Без глубокой разработки теории высоких урожаев невозможно добиться резкого повышения урожайности полевых куль-

тур, а при разработке этой теории ведущее место должен занять анализ тех взаимоотношений, которые имеют место между растениями в посевах.

В основе высоких урожаев лежат, два основных момента:

- 1) большое количество растений на единице площади
- 2) хорошее развитие каждого растения.

Существенно повысить урожайность и качество зерна можно с помощью простых агротехнических приёмов - оптимальных сроков сева и норм высева.

На загущённых посевах качество зерна так же снижается из-за недостатка питания растений, но увеличение площади питания их положительно сказывается на качестве продукта. Однако слишком изреженные посевы сильнее страдают от сорняков, вредителей, не всегда дают нормальный колос и зерно.

Для изреженных посевов характерно наличие свободных экологических ниш, занимаемых обычно сорными растениями. Чем изреженнее посев, тем больше свободных экологических ниш и, следовательно, более благоприятные условия для роста и развития сорняков. В загущенных посевах условия для их разрастания, наоборот, ухудшаются (Уразаев, 1996).

Оптимальные сроки посева и норма высева - важнейшие предпосылки получения качественных урожаев.

К показателям, позволяющим оценивать конкурентные отношения относятся конкурентоспособность растения или вида.

Конкурентная способность растения определяется способностью более полно, чем другие виды, использовать среду (перехватывать больше света, поглощать больше воды и элементов минерального питания и др.); способностью более эффективно использовать энергоресурсы (затрата соответствует на единицу продукции); устойчивостью к внешним условиям и неблагоприятным факторам.

Конкурентные преимущества вида проявляются лишь по отношению к определенным партнерам и лишь в определенных условиях среды, чем ближе условия среды к экологическому оптимуму вида, тем больше он способен подавлять своих партнеров, то есть более конкурентоспособен.

Д. Грайм (1973) определял индекс конкурентоспособности вида следующими показателями:

- 1) максимальная высота растений,
- 2) форма роста,
- 3) потенциальная относительная скорость роста,
- 4) накопление опада.

По каждому показателю вводилась 5-балльная шкала. Индекс конкурентоспособности определялся по сумме баллов.

При выявлении конкурентных отношений нужно учитывать еще и то, что одно дело — занять свободное место и совершенно другое — кого-то вытеснить. Так, М. Росс и Дж. Харпер (1972) отмечают, что время появления конкретного всхода оказывает очень большое влияние на его судьбу. Ранее появившиеся всходы развиваются непропорционально сильно, и в зависимости от того, одновременно или нет высеяны компоненты травосмеси, исход опыта оказывается разным.

При этом необходимо отметить, что конкурентоспособность в числе прочих составляющих обнаруживает конкурентную мощьность, т.е. способность сдерживать и подавлять конкурентов перехватом ресурсов, и конкурентную толерантность, т.е. способность существовать в условиях конкуренции. Конкурентная толерантность как раз может выступать в роли механизма, препятствующего снижению продуктивности слабых конкурентов в смеси с более сильными.

Успеху в конкурентной борьбе способствуют самые разнообразные свойства растений. Большое значение в борьбе за пространство имеет энергия роста и вегетативного разрастания, что связано с интенсивностью фотосинтеза и интенсивностью поглощения минеральных веществ из почвы.

В ряде случаев, вероятно, имеют значение и аллелопатические взаимодействия, хотя они и не играют сколько-нибудь универсальной роли. Воздействие опада также может исключать или подавлять ряд потенциальных конкурентов.

В ряде работ (Ласкард, 1968; Ласкард, Сапута, 1970), где анализировалась реакция вида на большое количество других видов, были даже построены ряды относительной конкурентоспособности видов, в основу которых была положена разная степень снижения биомассы вида под влиянием различных соседей. В. Н. Сукачев показал, что даже биотипы одного вида различаются по своей конкурентоспособности. Особи даже генетически очень выровненной популяции обычно оказываются несколькими различными по энергии роста, да и попадают они в неодинаковые микроразности среды. В связи с этим наблюдается значительная дифференциация любой популяции. И для особи далеко не безразлично, какие соседи у нее окажутся, сильные или слабые, высокие или низкие. Можно, видимо, обнаружить различия в реакции и на такие различия в соседях.

Но реакция особей на соседей носит преимущественно количественный характер: снижается рост, масса, интенсивность цветения и плодоношения.

При создании полевых фитоценозов необходимо учитывать, влияния сорной растительности на рост, развитие и урожайность районированных и перспективных сортов пшеницы яровой, и влияние пшеницы на сорный компонент в создаваемых агрофитоценозах. Изучение этих вопросов позволит оценить степень влияния различных сортов яровой пшеницы на сорные растения, их численность, что является предпосылкой снижения применения гербицидов.

Умелая регуляция и оптимизация процессов, протекающих в агрофитоценозах, - необходимое условие получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур и улучшение качества продуктов растениеводства (Уразаев, 1996).

Описание занятия:

Задание 1. Оценить конкурентоспособность культурных растений в полевых агрофитоценозах.

При оценке конкурентоспособности и механизмов взаимоотношений учитывают возраст и фазу развития растений, их качественное состояние на каждом этапе онтогенеза (развитие особи). Исходные данные для расчетов получить у преподавателя.

Конкурентоспособность козлятника восточного, свербиги восточной, горца забайкальского по отношению к кострецу безостому и пшеницы к сорному компоненту определить по следующим формулам:

1. Конкурентоспособность общая:

$$K = U_{зсс} / U_{зсч},$$

где: K - конкурентоспособность общая;

U_{зсс} - урожай зерна и соломы в варианте с сорняками (или густота травостоя в смешанных посевах);

U_{зсч} - урожай зерна и соломы на делянке чистой от сорняков (или густота травостоя в одновидовых посевах).

2. Конкурентоспособность продуктивная:

$$K = U_{зс} / U_{зч},$$

где: K - конкурентоспособность продуктивная;

U_{зс} - урожай зерна в варианте с сорняками (или зеленая масса растений в смешанных посевах);

U_{зч} - урожай зерна на делянке без сорняков (или зеленая масса растений в одновидовых посевах).

Продуктивная конкурентоспособность показывает, как урожайность культурного компонента изменяется при воздействии на него сорного компонента. При этом если урожайность одной культуры выше по сравнению с

другой, при одинаково воздействии на них сорняков, то такая культура обладает большей продуктивной конкурентоспособностью.

Задание 2. Оценить конкурентоспособность сорняков по отношению к пшенице:

$$K = B_{сп} / B_{с},$$

где: К – конкурентоспособность сорняков по отношению к пшенице;

Б_{сп} – сухая биомасса сорняков на делянке с пшеницей;

Б_с – сухая биомасса сорняков на делянке без пшеницы.

Контрольные вопросы:

1. Какие физиолого-биохимические признаки культурного растения определяют его конкурентную способность в посеве с сорной растительностью?
2. Перечислите основные абиотические факторы, оказывающие существенное влияние на конкурентоспособность культуры.
3. Эффективность использования какого ресурса среды культурой и видами сорных растений определяет успех конкурентной борьбы в посеве?
4. Какие показатели состояния растения приняты за основу расчета индекса его конкурентоспособности?
5. Какие агротехнические приемы регулируют конкурентоспособность культуры и сорняков?

Симбиотические отношения в агроценозе.

Биологический азот

Азот, как известно, - основной элемент питания растений, поэтому вполне закономерно, что азотные удобрения относятся к базисным компонентам химизации земледелия. Однако при несбалансированности элементов питания, нарушении водного режима, недостаточной освещенности и других неблагоприятных условиях высокие дозы азотных удобрений могут привести к снижению почвенного плодородия и загрязнению продуктов питания нитратами.

В формировании экологически адаптированных систем земледелия большое значение придается биологическому азоту, вовлекаемому в сферу вещественно - энергетических преобразований в агроценозах посредством использования продукционных возможностей бобовых культур (главным образом многолетних трав). При расширенном воспроизводстве плодородия почв вся технология возделывания бобовых культур и система удобрения должны способствовать максимальной симбиотической фиксации азота ат-

мосферы и благодаря этому обеспечивать увеличение урожайности без применения азотных удобрений.

Несоизмеримо большее значение для поддержания азотного баланса в почвах, азотного питания культурных растений, улучшение экологической среды имеет симбиотическая фиксация азота бобовыми растениями.

Д.Н. Прянишников придавал большое значение «биологическому» азоту, в частности симбиотически связанному бобовыми растениями, считая его главным ключом к разрешению азотной проблемы для зерновых хлебов. Расчеты на то, что потребность культурных растений в азоте может быть когда-либо удовлетворительна только за счет «технического» азота, Д.Н. Прянишников считал «агрономической наивностью».

Азотфиксирующие микроорганизмы находятся в симбиозе (сожительстве) с высшим растением. В полевой культуре этим феноменом обладают культуры семейства бобовых.

Бобово - ризобиальный симбиоз - это, по существу, инфекция бобовых растений бактериями рода *Rhizobium*. Клубеньковые бактерии, живущие в почве, через корневые волоски проникают в клетки растущего корня и начинают размножаться. Клетки корня растения - хозяина также начинают интенсивно делиться, образуя опухоль, заполненную клубеньковыми бактериями - клубеньки.

От растения - хозяина бактерии получают все необходимые элементы питания и в первую очередь - углеводы, которые необходимы не только для роста и размножения бактерий, но и для фиксации ими азота атмосферы как источник энергии.

Хорошим индикатором активности симбиоза служит наличие в клубеньках леггемоглобина - красной окраски. Леггемоглобин является переносчиком кислорода при окислении углевода в процессе азотфиксации. Клубеньки, не содержащие красного пигмента, не усваивают азота воздуха.

Установлено, что на содержание леггемоглобина в клубеньках влияют все условия выращивания культуры: снижается влажность почвы - в результате сразу невосполнимо падает содержание леггемоглобина, хотя количество и масса клубеньков остаются пока без изменений; появилась почвенная корка или поле залило дождями, снизился доступ кислорода к корням - леггемоглобин немедленно и необратимо переходит в неактивный холеглобин; внесли азотные удобрения - тоже снижается количество леггемоглобина; упала температура ниже нормы или поднялась выше допустимого предела - и опять наблюдается потеря леггемоглобина; снизилась интенсивность фотосинтеза из-за поражения листьев болезнями, уменьшилось поступление углеводов к клубенькам - содержание леггемоглобина также падает.

Следовательно, наличие леггемоглобина в клубеньках - превосходный индикатор активности симбиоза. Оно «аккумулирует» все факторы среды, чутко реагирует на все изменения условий выращивания культуры. Чем выше масса клубеньков с леггемоглобином, тем больше азота воздуха усваивает растение. Чем больше растений с розовыми или красными клубеньками в посеве, тем активнее он фиксирует азот.

Однако количество фиксированного азота зависит не только от массы клубеньков с леггемоглобином, но и от продолжительности «работы» этой массы. Чем дольше клубеньки фиксируют азот, тем его больше будет усвоено. Для того чтобы объединить показатели массы и времени, П.П. Вавиловым и И.С. Посыпановым введено понятие «симбиотический потенциал», который выражается в килограммах клубеньковой ткани на 1 га, помноженной на продолжительность жизни её в днях ($\text{кг} \cdot \text{дней/га}$). Общий симбиотический потенциал (ОСП) показывает всю массу клубеньков и продолжительность всего периода их жизни, а активный симбиотический потенциал (АСП) - только массу клубеньков с леггемоглобином и продолжительность их работы. При благоприятных условиях симбиоза последний показатель у зерновых бобовых культур достигает 20-50, у многолетних трав - 30-50 тыс. $\text{кг} \cdot \text{дней/га}$.

Интенсивность азотфиксации, или количество азота воздуха, усвоенное 1 кг активных клубеньков в сутки, называют удельной активностью симбиоза. 1 кг клубеньков в сутки фиксирует обычно от 1 до 30-39 г азота воздуха, в зависимости от вида культуры и величины активного симбиотического аппарата. Если клубеньки фиксируют азот только в середине вегетации растений непродолжительное время, удельная активность симбиоза бывает максимальной. Она равна обычно 10-12 г/кг в сутки.

Количество азота, фиксированного культурой за вегетацию, равно произведению удельной активности симбиоза на АСП.

Таким образом, величина активного симбиотического потенциала и содержание леггемоглобина являются объективными показателями активности симбиоза в конкретных условиях. С их помощью можно в полевых условиях достаточно точно (значительно точнее, чем с помощью других методов) определить количество азота, усвоенного бобовой культурой из воздуха.

Еще один показатель характеризует условия симбиотических отношений растения-хозяина с клубеньковыми бактериями, это процент растений с клубеньками, или нодуляция. Дело в том, что при неблагоприятных условиях не на всех растениях образуются клубеньки, иногда они появляются только на некоторых растениях. Чем лучше условия для симбиоза, тем

больше растений образуют клубеньки и тем больше азота может быть усвоено из воздуха.

Для реализации потенциала биологического азота в практике земледелия необходима достоверная информация, позволяющая разработать систему оценочных показателей, основные из которых:

1. размеры азотфиксации бобовыми при различной их урожайности;
2. количество вовлекаемого атмосферного азота и поступление в почву органического вещества;
3. возможные урожайности зерновых за счет использования азота бобовых и потребность в минеральном азоте при возделывании культур по бобовым предшественникам.

Исходными данными для решения этих вопросов служат материалы агроэкологического мониторинга.

В севооборотах с бобовыми коэффициент азотфиксации определяют для оценки интенсивности азотфиксации различными группами бобовых в зависимости от изучаемых факторов, а главным образом для установления реального баланса азота почвы. С помощью коэффициента оценивают долю симбиотического азота, поступившего в почву с пожнивными корневыми остатками бобовых (приходная статья), а также значение отчуждения бобовыми азота из почвы и удобрений (расходная статья). Для культуры бобовых вынос азота N_B определяют с поправкой на азотфиксацию (между тем этим требованиям часто пренебрегают) по формуле:

$$K = N_y (1 - K_f),$$

где: N_y - общий азот в урожае (основная и побочная продукция), кг/га;

K_f - коэффициент азотфиксации.

Неблагоприятное влияние минеральных азотных удобрений на окружающую природную среду, на те или иные компоненты агроценозов может быть самое различное (загрязнение почв, поверхностных и грунтовых вод, усиление эвтрофирования водоемов, уплотнение почв; нарушение круговорота и баланса питательных веществ, ухудшение агрохимических свойств и плодородия почвы; ухудшение фитосанитарного состояния посевов и развитие болезней растений, снижение продуктивности сельскохозяйственных культур и качества получаемой продукции и т.д.). Все эти негативные последствия устраняются при применении биологического азота.

Занятие 14. Изучение клубеньковых бактерий на разных стадиях онтогенеза

Цель работы: изучить особенности строения клубеньковых бактерий видов бобовых растений в зависимости от стадии онтогенеза.

Клубеньковые бактерии относятся к роду *Rhizobium*. Форма и величина клубеньковых бактерий изменяются в зависимости от стадии их развития. В молодой культуре они представлены короткими подвижными палочками, со временем они утрачивают подвижность и переходят в стадию так называемых опоясанных палочек. При окраске анилиновыми красителями ярко окрашенные участки цитоплазмы чередуются со светлыми полями, в которых концентрируются жировые включения, не воспринимающие окраску. При старении культуры опоясанные палочки переходят в стадию бактериоидов, клетки ветвятся, принимая причудливую форму кораллов. Стадия опоясанных палочек и бактериоидов обычно совпадает с фазой бутонизации и цветения бобовых растений и характеризуется максимальной интенсивностью фиксации азота.

Клубеньковые бактерии специфичны для определенных групп бобовых растений. Так, например, выделяют бактерии гороха, вики, кормовых бобов, чечевицы, фасоли, люпина и т.д.

Клубеньковые бактерии внедряются в растения через кончик корневого волоска и образуют инфекционную нить. Она представляет собой слизистый тяж, несущий массу бактериальных клеток. Инфекционная нить проходит по корневому волоску в клетки коры корня до эндодермы. Клетки коры корня, инфицированные клубеньковыми бактериями, и соседние, прилегающие к ним клетки активно делятся, образуя клубеньки. У таких растений, как горох, клевер клубеньки мелкие и располагаются они на разветвлениях корней; у таких, как люпин, фасоль клубеньки крупные, имеют вид больших бородавчатых наростов, в основном на главном корне.

Оснащение занятия: зафиксированные корневые системы бобовых растений разного возраста; фиксированные клубеньки; ботаническая бритва; водный раствор фуксина; метиленовый синий; предметные покровные стекла; пинцет; препаровальные иглы; микроскоп; микробиологическая петля; чашки Петри; пробирки с бобовым агаром; бюксы; 1%-ный раствор сулемы; 96%-ный спирт; стерильная дистиллированная вода; шпатели; пробирки с косяками бобового агара.

Задание 1. На фиксированном материале рассмотреть клубеньки на корнях разных бобовых растений и на разных стадиях онтогенеза. Сделать зарисовки особенностей клубеньков гороха, фасоли, клевера, люпина.

Для изучения строения клубеньков острой ботанической бритвой сделать тонкий срез через клубенек. Срез поместить в каплю воды на предметное стекло, подкрасить фуксином или метиленовым синим и микроскопировать при увеличении микроскопа 15 x 40.

На препарате хорошо видна бактериоидная ткань клубенька, а в ней

просматривается масса клубеньковых бактерий.

Задание 2. Для более точного изучения морфологии клубеньковых бактерий приготовить фиксированный окрашенный мазок.

Для приготовления мазка разрезать клубенек и отжать каплю сока в каплю воды на предметное стекло. Если клубеньки маленькие, разрушить их препаровальными иглами и полученный материал хорошо размазать по стеклу. Мазки зафиксировать и окрасить.

На препаратах видны клубеньковые бактерии разных форм и размеров, мелкие палочки, более крупные опоясанные палочки и бактериоиды. Преобладание той или иной формы зависит от возраста клубенька и фазы развития бобового растения.

Задание 3. На основе проведенных наблюдений заполнить таблицу 28 и сделать выводы.

Таблица 28. Особенности строения клубеньков бобовых растений в зависимости от стадии их онтогенеза

Вид растений	Этапы онтогенеза			
	ювенильный	цветения	плодоношение	старения

Контрольные вопросы:

1. Как зависит образование клубеньков на корнях бобовых от онтогенеза растений?
2. У каких видов бобовых образование клубеньков идет быстрее, и они более крупные?
3. Какие формы клубеньковых бактерий вами выявлены?
4. От чего зависит форма клубеньковых бактерий?

Занятие 15. Определение симбиотрофного азота

Цель: познакомиться с методикой определения симбиотрофного азота.

Оснащение занятия: фиксированные препараты корней различных видов бобовых; микроскопы; лупы; линейки; предметные и покровные стекла; метиловый голубой; препаровальные иглы; бритвы.

Описание занятия.

Задание 1. Рассмотреть корневые системы 2 видов бобовых растений, измерить размеры, количество и форму клубеньков. На препаратах от предыдущего занятия выявить форму клеток ризобий.

Данные занести в таблицу 29.

Таблица 29. Клубеньковые бактерии видов бобовых растений

Вид бобового растения	Количество клубеньков на 1 дм ² корня	Форма клубеньков	Размеры клубеньков	Форма клеток микроорганизмов
1.				
2.				

Задание 2. Рассчитать количество симбиотического азота при возделывании козлятника восточного. Результаты анализа и расчетов внести в таблицы 30 и 31.

1. Подсчитать количество клубеньков на площади 1 га.

Определяют симбиотрофный азот методом подсчета количества клубеньков на корневой системе бобовых культур на площадках 25 x 25 см на глубине 0-15, 15-30 и 30-50 см. Для расчетов используем данные профессора Ш. К. Хуснидинова, полученные в Иркутском ГАУ.

Таблица 30. Количество клубеньков при возделывании козлятника восточного

Дата	Культура	Слой почвы	Кол-во клубеньков, шт. на растении и на 1/16 м ²		Кол-во клубеньков на 1 га	
			всего	в т.ч. розовых	всего	розовых
18 июня	Козлятник 2 года	0-50	164/2624	30/420		
8 июля	Козлятник 2 года	0-50	710/11350	373/5968		
22 июля	Козлятник 2 года	0-50	526/8416	470/7520		

2. Приняв во внимание, что масса 1 клубенька = 0,00121кг, пересчитать массу всех клубеньков на 1 га и клубеньков с леггемоглобином. Результаты занести в таблицу 31.

Таблица 31. Количество симбиотического азота при возделывании козлятника восточного

Дата	Масса клубеньков, кг		ОСП, тыс. кг х дн / га (60 дней)	АСП, тыс.кг/дн/га (30 дней)	УАС, г/кг су-тки	Кол-во азота, кг/га (АСП)
	всего	активных				
1	2	3	4	5	6	7
18 июня						
1	2	3	4	5	6	7
8 июля						

22 июля						
---------	--	--	--	--	--	--

3. Пересчитать показатели ОСП, АСП, УАС.

П.П. Вавиловым и Г.С. Посыпановым было введено понятие «симбиотический потенциал» (общий и активный), который выражается в кг клубеньковой ткани на 1 га, умноженной на продолжительность жизни ее в днях (кг х дней/га). Общий симбиотический потенциал (ОСП) показывает всю массу клубеньков и продолжительность всего периода их жизни, а активный симбиотический потенциал (АСП) – только массу клубеньков с леггемоглобином и продолжительность их работы.

Удельной активностью симбиоза (УАС) авторы называют интенсивность азотфиксации или количество азота воздуха, усвоенного 1 кг активных клубеньков в сутки. Они считают, что в зависимости от вида культуры и величины активного симбиотического аппарата 1 кг клубеньков в сутки может зафиксировать от 1 до 30-39 г азота воздуха. Если клубеньки фиксируют азот только в середине вегетации растений и непродолжительное время (как в расчетном случае), удельная активность симбиоза бывает максимальной.

4. Сделать вывод о суммарной величине усвоенного козлятником восточным симбиотрофного азота в течении вегетации (с начала отрастания козлятника с 5 мая до 22 июля).

Контрольные вопросы:

1. Какой тип отношений вы изучили на примере бобовых? Что дает каждому из партнеров этот тип взаимоотношений?
2. Как определить симбиотрофный азот, усвоенный бобовыми растениями?
3. В какой период развития растений на корнях бобовых отмечается максимальное образование клубеньков?
4. Какие клубеньки считаются активными в отношении симбиотической фиксации азота?

Занятие 16. Оценка видового разнообразия сообщества

Цель работы: рассчитать видовое разнообразие различных сообществ с использованием разных индексов.

Одним из важных свойств сообщества, которое отражает его сложность и структуру, принято считать видовое разнообразие. Его изучение в агроландшафте имеет важное прикладное значение, т. к.:

- дает представление о состоянии агроэкосистем;

- служит основой для разработки системы защиты культурных растений от сорняков;

- позволяет контролировать сохранение генетического потенциала отдельных видов в природных экосистемах.

Понятие биоразнообразия описывается 2 компонентами: числом видов (видовое богатство) и относительным обилием видов. Разнообразие принято оценивать либо путем подсчета видов, измерения их относительного обилия, либо мерой, объединяющей эти два компонента.

При оценке альфа-разнообразия принимаются во внимание два фактора: видовое богатство и выравненность обилия видов. Видовое богатство - число видов в определенном биотопе (на определенной площади). Выравненность - равномерность распределения видов по их обилию в сообществе.

Видовое разнообразие увеличивается при увеличении размеров изучаемой площади. Высокую выравненность принято считать эквивалентной высокому разнообразию.

Оснащение занятия: геоботанические описания фитоценозов.

Описание занятия.

Индексы видового богатства

Индексы видового богатства наиболее просты и учитывают только то, какое число видов приходится на общее число особей. Удобны в использовании. Хорошо улавливают различия между сообществами, но существенно зависят от размера выборки (числа видов). Желательно при этом анализировать примерно одинаковые и достаточно большие объемы выборки.

Наиболее быстрым способом оценки видового богатства являются индексы Маргалефа и Менхиника. Они позволяют оценить, сколько приходится видов на общее число особей.

а) Индекс Маргалефа: $D = (S - 1) / \lg N$, где S - число выявленных видов, а N - общее число особей всех выявленных видов.

б) Индекс Менхиника: $D = S / \sqrt{N}$, где S - также число выявленных видов, а N - общее число особей всех видов.

Оба этих индекса дают относительные значения, т.е. их можно использовать только для сравнения сообществ одного и того же типа (например, агроценозов травяных растений). При этом разнообразие тем больше, чем больше значение индексов.

Задание 1. Рассчитать индексы Маргалефа и Менхиника, используя данные таблицы 32.

Индексы биоразнообразия, учитывающие выровненность

Для оценки равномерности распределения видов в сообществе чаще

всего применяют индекс Симпсона (индекс «доминирования»):

$$D = \sum \left[\frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right],$$

где n_i - численность (обилие) данного вида;

N - численность (обилие) всех особей в биоценозе.

Знаменатель $N(N-1)$ означает число всех связей между парами особей независимо от их принадлежности к определенному таксону, а числитель $n(n-1)$ – число возможных взаимодействий между парами особей одного таксона.

Индекс Симпсона часто используют в форме $(1 - D)$. Эта величина варьирует от 0 до 1 и носит название «вероятность межвидовых встреч».

Таблица 32. Видовое богатство травяной растительности косимого и некосимого луга

Вид	Косимый луг	Некосимый луг
<i>Agropyron repens</i>		35,69
<i>Alchemilla vulgaris</i>	8,7	10,12
<i>Alopecurus pratensis</i>	2,56	22,67
<i>Carex hirta</i>	0,16	7,42
<i>Dactylis glomerata</i>	4,91	123,6
<i>Deschampsia caespitosa</i>	3,25	13,91
<i>Geum rivale</i>	0,82	7,99
<i>Lathyrus pratensis</i>	1,67	5,41
<i>Leucanthemum vulgare</i>	3,51	0,83
<i>Phleum pratense</i>	9,43	15,6
<i>Plantago lanceolata</i>	4,2	
<i>Poa pratensis</i>	1,06	35,52
<i>Taraxacum officinale</i>	34,6	0,14
<i>Trifolium pratense</i>	3,56	
<i>Trisetum flavescens</i>	356,7	52,24
<i>Vicia sepium</i>	9,2	1,7

Индекс разнообразия Шеннона основан на теории информации, т.е. его значение определяется вероятностью наступления цепи событий. Результат выражается в единицах неопределенности, или информации. Расчеты этого индекса предполагают, что особи попадают в выборку случайно из неопределенно большой генеральной совокупности, причем в выборке представлены все виды генеральной совокупности. Неопределенность будет максимальной, когда все события (N) будут иметь одинаковую вероятность наступления

($p_i = n_i/N$). Индекс Шеннона обычно варьирует от 1,5 до 3,5, очень редко превышая 4,5 и рассчитывается по формуле:

$$H = - \sum p_i \cdot \log_2 p_i.$$

$p_i = n_i/N$, где n_i - численность (обилие) данного вида;

N - численность (обилие) всех особей в биоценозе.

Задание 2. Рассчитать индексы Симпсона и Шеннона, используя данные таблицы 32.

Контрольные вопросы

1. Какие вы знаете индексы видового разнообразия?
2. Дать понятие индексу Маргалефа.
3. Дать понятие индексу доминирования Симпсона
4. Дать понятие индексу Шеннона.
5. Дать понятие индексу выравненности Пиелу.

Занятие 17. Изучение динамики сообществ

Цель: научиться оценивать скорость сукцессионных изменений в сообществе.

Сообщества агроландшафтов находятся в состоянии подвижного равновесия, постоянно претерпевая количественные изменения. Обратимые изменения видового представительства и численности видов называют флуктуациями. В травяных растительных сообществах флуктуации часто связаны с погодными условиями. Такие представители патиентной группы растений (по Л.Г. Раменскому, приспособившиеся к недостаточности условий для проявления их фитоценотического оптимума), как мятлик обыкновенный и луговой в относительно засушливых условиях могут стать на лугах временными доминантами. Флуктуационная смена доминантов среди кормовых трав может быть связана также с агротехническими мероприятиями по улучшению пастбищ и сенокосов. Например, после фрезерования разнотравно-злакового луга из спящих бульбочек бутеня Прескотта (мелкие клубни) сформировались сплошные заросли этого вида. Но через 2 года сообщество вновь превратилось в многовидовой разнотравно-злаковый луг с преобладанием виолента пырея ползучего. Способ использования и даже режим скашивания также оказывают сильное влияние на изменение соотношения видов в фитоценозе. Так, для двучленного сеяного травостоя, состоящего из ежи сборной и костреца безостого, при двуукосном скашивании доминировал кострец, при четырехукосном (имитация пастбищного режима) – ежа сборная.

Но в экосистеме есть и необратимые во времени последовательные

смены, например, фитоценозов, происходящие на одной и той же территории. Их называют сукцессиями.

Сукцессии ведут к формированию или восстановлению (денудации) устойчивого, стабильного фитоценоза или, наоборот, к его дигрессии - ухудшению состояния, неустойчивости, распаду.

Экологическая сукцессия развивается под воздействием естественных и антропогенных факторов и представляет последовательную смену одной экосистемы другой. Это упорядоченный процесс развития экосистемы, обусловленный изменением во времени ее видовой структуры и происходящих в ней процессов. Данный процесс имеет определенную направленность, поэтому его можно предвидеть, прогнозировать. Сукцессия происходит в результате изменения физической среды под влиянием самого сообщества. Она как бы контролируется сообществом. Одновременно физическая среда определяет характер сукцессии, скорость изменений и нередко пределы развития.

Сукцессию может характеризовать соотношение валовой продукции и дыхания. В молодом возрасте валовая продукция формируется так, что уровень первичной продукции, или видовой фотосинтез (П), превышает уровень дыхания сообщества (Д), то есть соотношение П/Д больше единицы. Это показатель развивающейся системы. С развитием экосистемы соотношение энергии, которая накапливается в результате фотосинтеза (первичная продукция), к расходуемой на дыхание энергии приближается к единице, т.е. в зрелых экосистемах наблюдается тенденция к равновесию между энергией, связанной в виде органического вещества, и энергией, расходуемой на поддержку системы (дыхание). Таким образом, соотношение фотосинтеза и дыхания может служить функциональным показателем относительной зрелости экосистемы.

Когда изучают сукцессию, возникает задача количественно оценить степень сходства двух или более сообществ по видовому составу.

Для решения подобных задач применяют коэффициенты подобия или сходства, которых выработано в статистике большое количество. Специальными исследованиями показано, что применение разных коэффициентов дает сходные результаты, поэтому рассмотрим лишь один из наиболее употребляемых коэффициентов.

Наиболее универсальным при оценках сходства двух или более сообществ (β -разнообразия) является коэффициент Серенсена-Чекановского.

Удобен он тем, что для его вычисления данные могут быть представлены как в виде «встречаемости» (т.е. в виде процентов или долей единицы, где сумма значений равна 100% или 1,0), так и в абсолютных величинах.

Кроме того, у этого коэффициента имеется модификация, с помощью

которой можно оценивать качественное сходство двух совокупностей по наличию в них общих элементов.

Описание занятия.

Задание 1. Сравнить видовой состав в засушливый и влажный год в фитоценозах, представляющих сукцессионный ряд.

Использовать 1) агроценоз яровой пшеницы, 2) малолетнюю залежь (бросовые земли), 3) многолетнюю залежь (бросовые земли), естественный луг (сенокосение).

Задание выполнять по указанию преподавателя по таблице 33 или 34. В таблице 33 засушливым является 2014 г., а влажным 2015 г. В таблице 34 засушливым является 2014 г., влажным 2016 г.

Для выполнения задания использовать коэффициент сходства Серенсена-Чекановского:

$$K_S = 2 N_{A+B} / (N_A + N_B),$$

где K_S – коэффициент сходства,

N_{A+B} – число общих видов в описаниях А и В,

N_A – число видов в описании А,

N_B – число видов в описании В.

Задание 2. Сделать вывод о зависимости сходства переходных сукцессионных сообществ с пионерным сообществом (агроценозом) и с климаксовым сообществом (лугом) от влажности вегетационного периода.

Таблица 33. Сукцессия травяной растительности при зацелинении выщелоченного чернозема в южной лесостепи Алтайского края (Панкрушихинский р-н)

Вид	Латинское название вида	Годы исследований		
		2014	2015	2016
1	2	3	4	5
<i>Агроценоз яровой пшеницы</i>				
Вьюнок полевой	<i>Convonvulus arvensis</i>	+	+	+
Горец шероховатый	<i>Poligonum lapathifolium</i>	+		
Осот полевой	<i>Sonchus arvensis</i>	+	+	+
Просо куринное	<i>Panicum crus galli</i>	+	+	+
<i>Залежь 3-5 лет</i>				
Вьюнок полевой	<i>Convonvulus arvensis</i>	+		+
Икотник серо-зеленый	<i>Berterea incana</i>			+
Костер ржаной	<i>Bromus secalinus</i>			+

1	2	3	4	5
Лапчатка прямостоячая	Potentilla anserina	+		+
Мелколепестник канадский	Erigeron canadensis			+
Мятлик однолетний	Poa annua	+		
Осот полевой	Sonchus arvensis			+
Полынь горькая	Artemisia absinthium	+		+
Полынь обыкновенная	A. vulgaris	+		+
Пырей ползучий	Elytrigia repens	+		
Ромашка непахучая	Matricata inodora	+		+
Тысячелистник обыкновенный	Achillea millifolium	+		+
Солонечник узколистный	Clatella punctata	+		
<i>Залежь 8-10 лет</i>				
Вьюнок полевой	Convonvulus arvensis	+	+	+
Горец птичий	Poligonum aveculare	+		
Донник желтый	Melilotus officinalis		+	
Икотник серо-зеленый	Berterea incana		+	
Клевер ползучий	Trifolium repens		+	
Кострец безостый	Bromus inernis		+	+
Лапчатка прямостоячая	Potentilla anserina	+	+	
Мелколепестник канадский	Erigeron canadensis		+	+
Метлица обыкновенная	Apera spica venti	+		
Мятлик луговой	Poa stepposa	+	+	+
Осот полевой	Sonchus arvensis	+	+	+
Подорожник большой	Plantago major		+	+
Полынь горькая	Artemisia absinthium	+	+	
Полынь обыкновенная	A. vulgaris	+	+	+
Пырей ползучий	Elytrigia repens		+	
Ромашка непахучая	Matricata inodora	+		
Тысячелистник обыкновенный	Achillea millifolium	+	+	+
Синяк обыкновенный	Echium vulgare	+	+	
<i>Естественный луг</i>				
Вероника полевая	Veronica arvensis		+	
Вьюнок полевой	Convonvulus arvensis	+	+	+
Горец птичий	Poligonum aveculare	+		
Икотник серо-зеленый	Berterea incana	+	+	
Клевер ползучий	Trifolium repens	+	+	
Клоповник густоцветковый	Lipidium draba	+		
Клубника зеленая	Fragaria viridis	+	+	
Костер ржаной	Bromus secalinus			+
Крестовник обыкновенный	Senecio vulgaris	+		
Лапчатка прямостоячая	Potentilla anserina		+	+

1	2	3	4	5
Люцерна желтая	Medicago falcata		+	
Мятлик однолетний	Poa annua	+		
Мятлик луговой	P. stepposa	+	+	+
Плевел многоцветковый	Lolium multiflorum	+		
Полынь обыкновенная	Artemisia vulgaris			+
Полынь холодная	A.frigida	+	+	+
Пырей ползучий	Elytrigia repens	+	+	
Тысячелистник обыкновенный	Achillea millifolium			+
Эспарцет посевной	Onobruchis mill			+

Таблица 34. Сукцессия травяной растительности при зацементировании южного чернозема в Северной Кулунде (Купинский р-н Новосибирской области)

Вид	Латинское название ви- да	Годы		
		2014	2015	2016
1	2	3	4	5
<i>Агроценоз яровой пшеницы</i>				
Вьюнок полевой	Convolvulus arvensis	+	+	+
Горец вьюнковый	Poligonum convolvulus	+		
Гречишка татарская	Fallopia tataricum		+	+
Конопля дикая	Canabis ruderalis	+		
Курай обыкновенный	Salsola kali	+	+	+
Марь белая	Chenopodium album	+	+	+
Просо куриное	Echinochloa crus-galli		+	+
<i>Залежь 3-5 лет</i>				
Бодяк полевой	Cirsium arvensis		+	+
Вьюнок полевой	Convolvulus arvensis	+	+	+
Горец вьюнковый	Poligonum convolvulus	+		
Горичник Мориссона	Pseudanum morissoni			+
Икотник серый	Berterea incana	+		
Клоповник мусорный	Lepidium ruderalis		+	
Латук сибирский	Lactuca sibirica		+	+
Молочай кипарисовый	Euphorbia cyparissias	+	+	+
Марь белая	Chenopodium album			+
Овсяг пустой	Avena fatua			+
Осот полевой	Sonchus arvensis	+	+	
Осот шероховатый	S. asper			+
Полынь замещающая	Artemisia commutata			+
Полынь холодная	A. frigida			+
Щавель ложносолончако- вый	Rumex pseudonatronatus			+

1	2	3	4	5
Ярутка полевая	Thlaspi arvense	+		
<i>Залежь 6-8 лет</i>				
Верблюдка повислая	Corispermum declinatum	+		
Вьюнок полевой	Convolvulus arvensis	+	+	+
Горец вьюнковый	Poligonum convolvulus	+		
Гречишка полевая	Fallopia arvense			+
Икотник серый	Berterea incana		+	
Клоповник густоцветковый	Lepidium densiflorum	+		
Клоповник мусорный	Lepidium ruderales		+	
Латук сибирский	Lactuca sibirica	+	+	+
Липучка щетинистая	Lappula squarrosa		+	
Молочай кипарисовый	Euphorbia cyparissias			+
Полынь замещающая	Artemisia commutata			+
Полынь холодная	A. frigida		+	+
Ярутка полевая	Thlaspi arvense		+	
<i>Естественный луг</i>				
Горец почечуйный	Poligonum persikaria	+		+
Дескурения Софии	Descurania Sophia	+	+	+
Звездчатка средняя	Stellaria media	+		
Зопник клубненосный	Phlomis tuberosa	+		+
Кермек полкустарниковый	Limonium suffruticosum	+	+	+
Ковыль волосатик	Stipa capillata			+
Полынь замещающая	Artemisia commutata	+	+	+
Полынь холодная	A. frigida	+	+	+
Пырей ползучий	Elytrigia repens	+	+	
Солонечник двуцветковый	Galatella biflora	+		+
Тонконог гребенчатый	Koeleria cristata	+	+	+
Тысячелистник обыкновен.	Achillea millefolium	+	+	+

Задание 3. Оценить скорость сукцессионных изменений в 4 фитоценозах таблиц 33 и 34 (по заданию преподавателя) по показателю динамики численности видов D.

$$D = (n_2 + n_3) : n_1,$$

где n_1 – число сохранившихся видов,

n_2 – число выпавших видов,

n_3 – число появившихся за определенное время видов.

Учеты производить по среднеувлажненному 2016 году.

Сделать вывод, учитывая, что если $D > 1$, то число видов, изменяющих состав сообщества больше, чем число видов, сохраняющих этот состав. Если $D < 1$, то ситуация противоположная.

Задание 4. Оценить скорость сукцессионных изменений в 4 фитоцено-

зах таблиц 33 и 34 (по заданию преподавателя) по показателю накопления видов A .

$$A = n_3 : n_2,$$

где n_2 – число выпавших видов,

n_3 – число появившихся за определенное время видов.

Учеты производить по среднеувлажненному 2016 году.

Сделать вывод, учитывая, что если $A > 1$, то виды в сообществе накапливаются, если $A < 1$, то виды теряются.

Контрольные вопросы:

1. Какие сукцессии относятся к вторичным автогенным (восстановительным)?
2. Охарактеризуйте восстановительную сукцессию растительного сообщества на конкретном примере.
3. Приведите примеры изменения гетеротрофной биоты экосистемы в ходе восстановительной сукцессии.
4. Как рассчитывается коэффициент Серенсена-Чекановского?
5. Что характеризуют показатели динамики и накопления видов?

Занятие 18. Основные принципы регуляции и оптимизации агроценозов

Цель занятия – выявить и обсудить приемы и способы регуляции агроценоза, приближающие агроэкосистему к природному биогеоценозу, но при этом обеспечивающие стабильно высокие урожаи.

Занятие проводится в форме решения ситуационной задачи и группового обсуждения.

Задание 1. Предложить экологически приемлемые приемы регуляции и оптимизации агроценоза на уровне растительного организма и популяции растений.

Задание 2. Найти приемы регуляции на уровне агробиоценоза.

Для оптимизации использовать посевы кормовых растений, яровой пшеницы и овощной культуры в лесостепи Западной Сибири.

Предварительный этап. Ознакомиться с методологией «конструирования» агроценозов, оптимизации популяций культурных растений и методологией фитосанитарной оптимизации агроценозов, подыскать учебную и научную литературу по теме.

На занятии разрешено использовать домашние заготовки (можно использовать рис. 4) и интернет - источники, предоставляющие доступ к информационным порталам по сельскохозяйственной тематике.

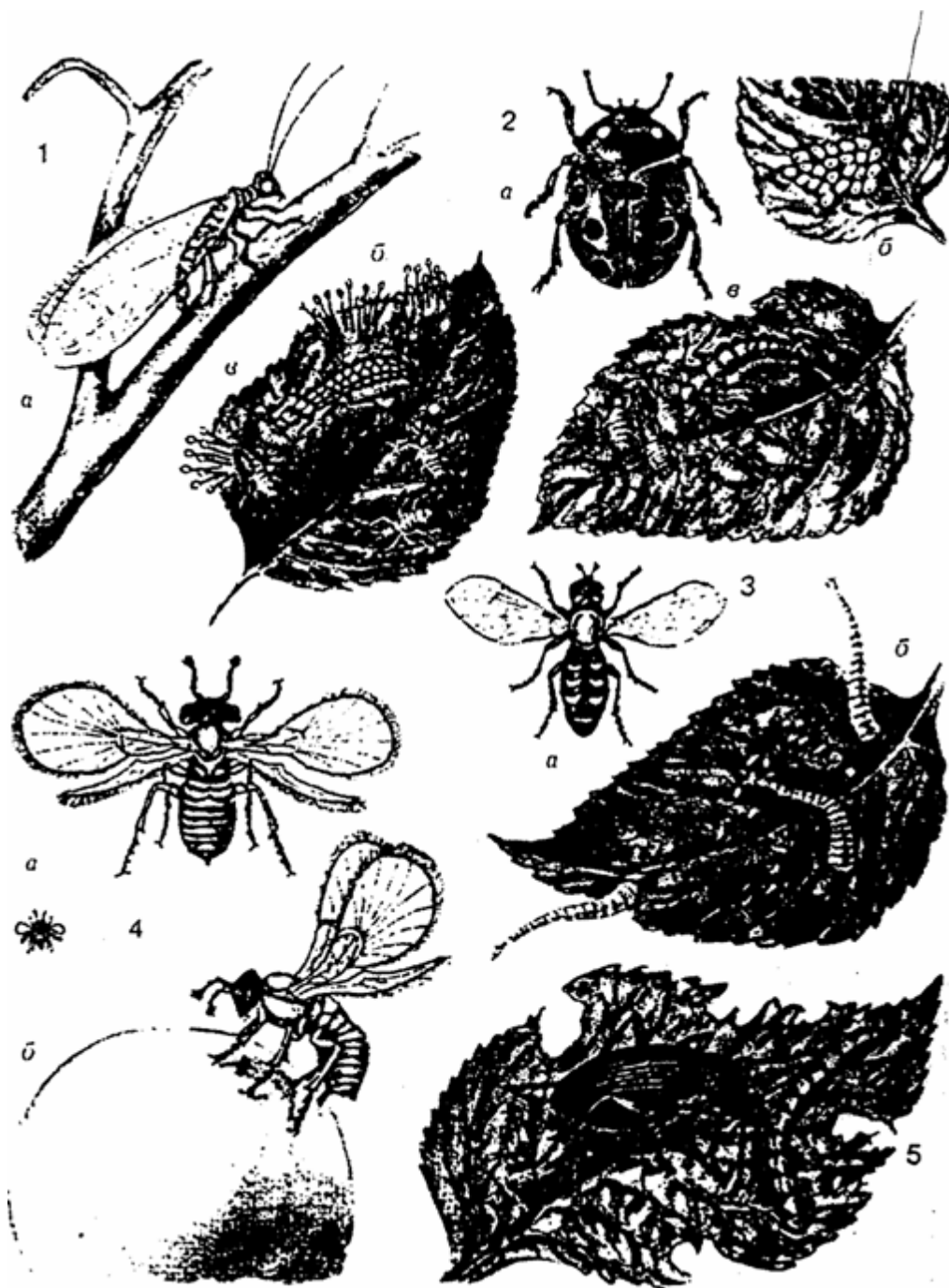


Рис. 4. Полезные насекомые-энтомофаги (по В. Н. Корчагину, 1987):

1 — златоглазка: а — взрослое насекомое, б — яйца, в — личинка, уничтожающая тлей. 2 — семиточечная божья коровка: а — взрослое насекомое, б — кладка яиц, в — личинка, уничтожающая тлей. 3 — муха-журчалка: а — взрослое насекомое, б — личинки, уничтожающие тлей. 4 — трихограмма: а — взрослое насекомое, б — самка, откладывающая яйцо в яйцо бабочки. 5 — жужелица, поедающая гусеницу.

Задание 3. В ходе обсуждения вместе с преподавателем выработать

общее мнение и обсудить возможности регуляции агроценозов экологически приемлемыми способами в разных климатических зонах Сибири, в разных типах землепользования, в открытом и закрытом грунте.

Занятие 19. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ В СИБИРИ

Цель занятия – выявление и расчет параметров агроэкосистемы, которые позволяют, с одной стороны, прекратить процесс нарушения агроресурсов, с другой, – получать достаточно высокую отдачу вложенной антропогенной энергии урожаем растениеводства и животноводческой продукции.

Занятие проводится в форме решения ситуационной задачи и группового обсуждения.

Ситуационная задача: проработать два сценария экологизации агроландшафтов и в целом сельского хозяйства.

Сценарий 1 – второй «Зеленой революции». Её основные положения были приняты на симпозиуме в Риме в 1986 г. Сценарий предполагает резкое повсеместное сворачивание ресурсоразрушающих интенсивных технологий и замену их на экологичные адаптивные варианты.

Сценарий 2 – «Зеленой эволюции». Этот сценарий предполагает эволюционное приближение деградированных интенсивных агроэкосистем к экологически устойчивым вариантам через постепенное внедрение в их основу трех агроэкологических принципов: сестайнинга, адаптивного подхода и экологического императива.

Задание 1. Предварительный этап (подготовки к занятию). Изучить терминологию, подыскать учебную и научную, познакомиться с ней, сделать домашние заготовки по теме занятия.

Задание 2. Найти (в том числе и по интернет-источникам), обосновать и проанализировать противоречия между восстановлением основных ресурсов агроландшафта и неизбежным снижением продуктивности сельскохозяйственного производства плюс возможным снижением уровня жизни населения данной ландшафтной провинции.

Задание 3. Вместе с преподавателем выработать общее мнение и обсуждают рациональность внедрения сценариев экологизации агроландшафтов в Сибири.

Контролирующие материалы по дисциплине
«Сообщество агроландшафтов»

Вопросы для контрольной работы

1. Природные механизмы регуляции численности популяций
2. Экологические стратегии как основной способ выживания и поддержания стабильности популяций
3. Экологические ниши в луговых фитоценозах
4. Потенциальные и реализованные экологические ниши продуцентов в агроценозе (на примере яровой пшеницы)
5. Сорняки в системах земледелия (экологические ниши, стратегии, роль)
6. Педоценоз как показатель состояния агроландшафта
7. Проблемы сохранения видового разнообразия в агроландшафтах Сибири (структура биоразнообразия, стратегия и тактика)
8. Принципы ограничения популяций вредителей на основе учета их жизненных стратегий
9. Экосистемные функции биоты и механизмы охраны животных и дикоросов в агроландшафтах
10. Биологические эффекты в зонах техногенного загрязнения
11. Влияние на агроценозы минеральных удобрений
12. Влияние на агроценозы органических удобрений
13. Влияние на агроценозы пестицидов
14. Способы регуляции биологической активности почвы в агрогеоценозах
15. Регуляция агроценозов плодосменами, севооборотами и поливидовыми посевами
16. Трофическая структура агроценоза яровой пшеницы в Западной Сибири.
17. Трофическая структура агроценоза ярового ячменя в Западной Сибири.
18. Трофическая структура агроценоза картофеля в Западной Сибири.
19. Трофическая структура агроценоза рапса в Западной Сибири.
20. Трофическая структура агроценоза бобовых культур в Западной Сибири.

Список вопросов для подготовки к экзамену

1. Предмет биоценологии и агробиоценологии. Популяционный и экосистемный подходы к изучению агроландшафтов.
2. Методы биоценологических исследований.
3. Понятие сообщества, биоценоза, биотопа и агроценоза
4. Свойства, характерные для сообществ. Показатели сообщества
5. Особенности структуры и построения агробиоценозов

6. Организационно-пространственная структура сообщества агроландшафта.
7. Экологические стратегии организмов в агроценозах по Л.Г. Раменскому, Мак Артуру и Уилсону.
8. Стратегия и тактика приспособления организмов к условиям среды.
9. Статические и динамические характеристики популяции и их математическое отображение. Экологическая ниша.
10. Пространственная структура популяций в агроценозе на примере растительного сообщества.
11. Показатели, используемые для характеристики распределения видов в сообществе.
12. Экологические и популяционные особенности культурных растений.
13. Экологические и популяционные особенности сорных растений.
14. Методы анализа численности популяций.
15. Факторы, влияющие на распространение сорных растений в агроландшафте.
16. Видовая структура сообщества: понятие, факторы, определяющие видовую структуру.
17. Разнообразие в сообществах. Формы. Факторы, лимитирующие разнообразие.
18. Показатели, используемые для характеристики разнообразия в сообществе.
19. Количественная оценка сходства сообществ.
20. Количественная оценка динамики сообщества.
21. Биоразнообразие в агроэкосистемах и их устойчивость.
22. Трофическая структура сообщества агроландшафта.
23. Классификация межвидовых взаимодействий по значению для популяции.
24. Хищничество в биоценозе и агроценозе. Динамика популяций хищника и жертвы.
25. Моделирование системы «хищник-жертва».
26. Видовой состав фитофагов в агроландшафтах региона (знать 20 вредителей с их характеристикой).
27. Основные вредители яровых зерновых культур в подтайге, лесостепи и степи Новосибирской области.
28. Основные вредители картофеля в подтайге, лесостепи и степи Новосибирской области.
29. Основные вредители капустовых культур в Новосибирской области.
30. Полезная энтомофауна агроценозов.

31. Паразитизм. Основные типы паразитической специализации возбудителей болезней растений.
32. Эволюционное развитие паразитизма как межвидового отношения в агроценозах.
33. Механизмы воздействия фитопатогенов на растение.
34. Основные фитопатогены и болезни сельскохозяйственных растений в регионе (знать 20 болезней с их характеристикой).
35. Основные возбудители инфекционных болезней яровых зерновых культур в подтайге, лесостепи и степи Новосибирской области.
36. Основные возбудители болезней картофеля в подтайге, лесостепи и степи Новосибирской области.
37. Основные возбудители инфекционных болезней овощных культур в Новосибирской области.
38. Конкурентные взаимоотношения в агрофитоценозах.
39. Особенности засоренности посевов в лесостепи Западной Сибири (знать 20 видов сорняков с их характеристикой).
40. Сегетальные, рудеральные и космополитные сорные растения в агроландшафте степной зоны региона.
41. Аллелопатия, антибиоз, антагонизм в биоценозе и агроценозе.
42. Взаимовыгодные отношения в биоценозе и агроценозе.
43. Механизмы регуляции численности популяций.
44. Роль почвенной микрофлоры в продукционном процессе.
45. Роль почвенных животных в продукционном процессе.
46. Метаболические реакции растений, животных и микроорганизмов на загрязнители.
47. Влияние пестицидов на агроценоз при интенсивном возделывании культуры.
48. Изменения в трофической структуре экстенсивных посевов.
49. Направления экологизации защиты растений сельскохозяйственных культур.
50. Роль агротехнических приемов в модификации сообществ.
51. Влияние на агроценозы минеральных, органических и бактериальных удобрений.
52. Использование межвидовых отношений в с/х практике.
53. Общее в функционировании сообществ разных агроландшафтов.

**Контролирующие материалы для аттестации
по дисциплине «Экологические противоречия в сельском хозяйстве»**

Вопросы для контрольной работы

1. Экологические риски при экстенсивной системе земледелия.
2. Проблемы агромелиоративных ландшафтов.
3. Экологические противоречия и их оценка при почвозащитных и нулевых системах обработки почв.
4. Экологические противоречия и их оценка при отвальной обработке почв.
5. Процессы деградации почв и их последствия.
6. Экологические противоречия механизации агротехнологий.
7. Развитие эрозионных процессов в агроландшафтах. Недостатки противоэрозионных систем.
8. Пестицидный бумеранг.
9. Факторы интенсификации в земледелии Западной Сибири.
10. Прямое и косвенное неблагоприятное воздействие животноводства на агроландшафт.
11. Загрязнение продуктов питания препаратами животноводства.
12. Загрязнение продукции растениеводства экологически опасными токсикантами.
13. Основные источники загрязнения почв.
14. Токсичность пестицидов и методы ее оценки. Показатели токсичности.

2. Список вопросов для подготовки к зачету

1. Социально-экономические предпосылки возникновения экологических проблем в сельском хозяйстве.
2. Объективные предпосылки интенсификации сельскохозяйственного производства.
3. Главные причины эрозионных процессов в агроландшафтах.
4. Проблемы, создаваемые водной эрозией.
5. Недостатки разработок противоэрозионных мероприятий.
6. Процессы деградации почв и их последствия.
7. Экологические противоречия и их оценка при отвальной обработке почв.
8. Экологические противоречия и их оценка при почвозащитных и нулевых системах обработки почв.
9. Проблемы использования переувлажненных земель в мелиоративный и в последующие периоды.
10. Экологическое состояние орошаемых участков.
11. Прямое и косвенное неблагоприятное воздействие животноводства на агроландшафт.

13. Экологические последствия перевыпаса скота.
14. Вынос биогенных веществ с объектов животноводческой отрасли.
15. Загрязнение продукции растениеводства экологически опасными токсикантами.
16. Загрязнение продуктов питания препаратами животноводства.
17. Экологические проблемы использования осадков сточных вод.
18. Основные источники загрязнения почв.
19. Отрицательное влияние средств механизации на почвенно-биотический комплекс, почву, на растительный и животный мир.
20. Влияние средств механизации на водные ресурсы, химическое и акустическое загрязнение атмосферы.
21. Пути достижения природосообразности при применении средств механизации.
22. Применение минеральных, органо-минеральных, органических удобрений как основной агротехнический прием поддержания плодородия почв.
23. Причины и особенности проявления негативных последствий использования удобрений в эко- и агросистемах.
24. Плюсы и минусы известкования и гипсования кислых и засоленных почв.
25. Место пестицидов в системе защиты растений от вредных объектов. Способы их применения пестицидов, дозы, ассортимент.
26. Особенности химических и биологических препаратов, применяемых для защиты растений, как загрязнителей среды.
27. «Пестицидный бумеранг».
28. Эколого-агрохимические и токсиколого-гигиенические критерии оценки опасности пестицидов.

Контролирующие материалы по дисциплине «Экологизация агроландшафтов»

Вопросы для контрольной работы

1. Направления оптимизации ландшафта степных сельскохозяйственных районов.
2. Направления оптимизации агроландшафта, расположенного на склоновых землях.
3. Концепция ландшафтно-экологического земледелия и ее реализация в Новосибирской области.
4. Ландшафтно-экологический анализ и прогноз развития территории.
5. Структурно-функциональные свойства агроландшафта.
6. Оптимизация ландшафта сельскохозяйственных районов как фактор повышения устойчивости агроэкосистем.

7. Плодородие почвы и устойчивое функционирование агроландшафта.
8. Формирование агроландшафтов и охрана природной среды.
9. Особенности круговоротов элементов в агроландшафтах с разной агрогенной нагрузкой.
10. Роль органических удобрений в оптимизации агроландшафта и уменьшении риска экологических нарушений.
11. Роль соломы в гумусном балансе почв.
12. Микробные препараты и оптимизация состояния агроэкосистемы.
13. Нетрадиционные источники органических удобрений и технологии их применения.
14. Адаптивно-ландшафтное землепользование и оптимизация соотношения угодий.
15. Основные принципы экологически безопасного использования средств химизации в адаптивно-ландшафтном земледелии Приобья.
16. Индикаторные показатели устойчивого развития агроландшафтов.
17. Альтернативное растениеводство: направление и сущность.
18. Методология и методики агроландшафтных исследований.
19. Ландшафтное обоснование природоохранных систем земледелия.
20. Роль агролесомелиорации в обустройстве и экологической оптимизации агроландшафта.
21. Фитомелиорации.
22. Особенности использования в сельском хозяйстве почв, подверженных ветровой эрозии.
23. Особенности использования в сельском хозяйстве почв, подверженных водной эрозии.
24. Сестайнинг, адаптивный подход и экологический императив агроэкосистем.
25. Система экологических ограничений при проведении водных мелиораций.
26. Способы улучшения деградированных кормовых угодий.
27. Агролесомелиоративное обустройство территории.
28. Стратегии и тактики сельскохозяйственного природопользования аридных территорий в XXI веке.
29. Идеи Т.А. Болотова о создании замкнутых циклов биогенных веществ в агроэкосистемах.
30. Ведение хозяйства в условиях дефицита минеральных удобрений.
31. Перспективы биогумуса как удобрения пролонгированного действия для производства экологически безопасной сельскохозяйственной продукции.

32. Использование вермикультуры при решении проблемы создания замкнутых циклов производства в сельском хозяйстве

Список вопросов для подготовки к экзамену

1. Специфика сельскохозяйственных ландшафтов.
2. Классификация сельскохозяйственных ландшафтов.
3. Роль сельскохозяйственных ландшафтов в мире и в России.
4. Истоки и современное развитие учения о сельскохозяйственных ландшафтах.
5. Концептуальная модель агроландшафта. Его агроэкологические и производственные свойства.
6. Экологическая оценка компонентов ландшафта.
7. Понятие устойчивости агроландшафта, показатели устойчивости, адаптивный потенциал.
8. Использование современных методов оценки состояния агроландшафта.
9. Экологически сбалансированная организация сельскохозяйственного ландшафта.
10. Оптимальный агроландшафт.
11. Принципы конструирования и управления агроландшафтами.
12. Концепция экологического каркаса территории.
13. Концепция эколого-хозяйственного баланса территории.
14. Структура сельскохозяйственных угодий в Западной и Восточной Сибири и ее анализ.
15. Структура сельскохозяйственных угодий в Новосибирской области и ее анализ.
16. Современные почвозащитные технологии производства зерновых культур.
17. Технологии трансформации выбывающей из оборота пашни.
18. Повышение продуктивности пастбищных угодий с помощью интродуцированных трав.
19. Подбор видов и сортов трав для улучшения пастбищ и сенокосов.
20. Экологически приемлемая система удобрений в агроландшафтных районах Новосибирской области.
21. Физическая, химическая и биологическая устойчивость почвы.
22. Методы оптимизации питания в земледелии.
23. Способы повышения влагоустойчивости растений.
24. Приемы повышения продуктивности растений в условиях засоления.
25. Агротехнические приемы повышения устойчивости культур к вредителям и болезням.

26. Теории защитного лесоразведения.
27. Агролесомелиоративное адаптивно-ландшафтное обустройство территории.
28. Развитие идей экологической оптимизации агроландшафта.
29. Современные подходы и разработки к общей оптимизации агроландшафта.
30. Сестайнинг, адаптивный подход и экологический императив агроэкосистем.
31. Система экологических ограничений при проведении гидромелиораций.
32. Особенности использования в сельском хозяйстве почв, подверженных водной эрозии.
33. Особенности использования в сельском хозяйстве почв, подверженных ветровой эрозии.
34. Способы улучшения деградированных кормовых угодий.
35. Очистка почвы от ксенобиотиков с помощью фиторемедиации.
36. Биоремедиация почв путем интродукции микроорганизмов-деструкторов.
37. Фитомелиорации при производстве кормов на засоленных почвах.
38. Органическое сельское хозяйство и устойчивость агроландшафтов.
39. Направления биологизации агроэкосистем, идеи Т.А. Болотова.
40. Биогумус, вермикомпосты: получение, особенности применения.
41. Особенности направлений «динамически равновесного» и «устойчивого» сельского хозяйства.
42. Нетрадиционные источники органических удобрений и технологии их применения.
43. Роль соломы в гумусном балансе почв юга Западной Сибири в настоящее время.
44. Особенности применения биопрепаратов: diaзотрофных азотобактерина, биобактерина и др.
45. Лесомелиоративное направление формирования агроландшафта.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Агроландшафт (1) – это геосистема, выделяемая по совокупности ведущих агроэкологических факторов (определяющих применение тех или иных систем земледелия), функционирование которой происходит в пределах единой цепи миграции вещества и энергии.

Агроландшафт (2) – часть природного ландшафта, выделенная по ведущим агроэкологическим факторам и предназначенная для организации производства сельскохозяйственных культур и удовлетворения потребностей сельскохозяйственных животных и человека.

Агроэкосистема – антропогенно преобразованная экосистема, характеризующаяся не только условиями природной среды обрамляющего геокомплекса соответствующего уровня, но и агроприродными особенностями ведения в ней сельскохозяйственного производства.

Антропогенная нагрузка – степень прямого и косвенного воздействия людей и их хозяйственной деятельности на природу в целом или на ее отдельные элементы (ландшафты, природные ресурсы, виды живого); различают предельно допустимую и деструкционную (гибельную)

Баланс питательных веществ в земледелии – количественное выражение изменения запаса питательных веществ в почве за определенный промежуток времени в результате поступления их с удобрениями, растительными остатками и из атмосферы и их расхода путем выноса растениями, выщелачивания и газообразных потерь.

Биологическая активность почв – совокупность биологических процессов, протекающих в почве; об их интенсивности судят по «дыханию» почвы, ферментативной активности и другим показателям.

Биоэнергетический потенциал территории (БЭПТ) агроландшафта – характеризуется количеством энергии фитомассы и органического вещества почвы агроэкосистем и экосистем агроландшафта.

Емкость ландшафта экологическая – способность ландшафта обеспечивать нормальную жизнедеятельность некоторого числа организмов или выдерживать определенную антропогенную нагрузку без отрицательных последствий в пределах данного инварианта.

Емкость угодья – это количество домашних и диких животных (иногда тех и др. суммарно), способных жить и нормально размножаться на единице площади данного угодья в течение неопределенно долгого времени.

Емкость окружающей среды – это способность природной среды вмещать антропогенные нагрузки, вредные химические и иные воздействия в той степени, в которой они не приводят к деградации земель и всей окружающей среды.

Буферность агроэкосистемы – способность к самовосстановлению структурных свойств и функциональных параметров, нарушенных в результате возмущающих воздействий.

Государственный стандарт (ГОСТ) – процедуры проведения исследований, анализа, обязательные к исполнению для организаций; например, ГОСТ 17.4.1.02-83 Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения.

Допустимая антропогенная нагрузка на ландшафт – предельные антропогенные воздействия, вызывающие изменения отдельных свойств компонентов ландшафта, которые могут привести к нарушению выполнения ландшафтом заданных ему социально-экономических функций.

Ландшафт – природно-территориальный комплекс, представляющий собой участок земной поверхности, имеющий общий геологический фундамент, один тип рельефа, одинаковый климат и характеризующийся генетическим единством и тесной взаимосвязью его компонентов.

Оптимизация природной среды – это поиск сбалансированного соотношения между эксплуатацией экосистем (рациональным использованием естественных ресурсов), их охраной и целенаправленным преобразованием.

Охрана почв – система мер, направленная на предотвращение деградации, снижения плодородия почв, их нерационального использования и загрязнения.

Предельно допустимая нагрузка – допустимая степень воздействия человека на природу, при которой сохраняется генетический фонд растений, животных и человека; величина максимального нарушения естественной среды территории в результате изъятия природных ресурсов и загрязнения среды, не выходящая за пределы экологической технотемкости территории.

Предельно допустимая экологическая нагрузка (ПДЭН) – максимальная нагрузка, которая еще не вызывает ухудшения качества объекта.

Природно-ресурсный потенциал – определяется почвенными, растительными и климатическими ресурсами и формируется в результате круговорота веществ и потоков энергии в агроэкосистемах и экосистемах.

Природно-сельскохозяйственный ландшафт – это антропогенно-природный ландшафт, обусловленный сельскохозяйственной деятельностью, в котором природная основа сочетается с производственной и социальной инфраструктурой (культурный, деградированный).

Самоорганизация ландшафта – процесс, в ходе которого создаётся, развивается и воспроизводится или восстанавливается структура ландшафта.

Самоочищение почв – способность почвы уменьшать концентрацию загрязняющего вещества в результате протекающих в почве миграционных, а

также биологических процессов.

Санитарно-гигиеническое нормирование – разработка нормативов антропогенного воздействия на окружающую человека природную среду и нормативов качества окружающей среды на основе санитарно-гигиенического подхода (т.е. соблюдения санитарно-гигиенических норм, рассчитанных на человека).

Сельскохозяйственный ландшафт – это ландшафт, используемый для целей сельскохозяйственного производства, формирующийся и функционирующий под его влиянием (ГОСТ 17.87.1.02.88).

Устойчивость агроландшафта (1) – его способность поддерживать за счет управления параметрами и режимами заданные производительные и социальные функции при одновременном сохранении биосферного значения.

Устойчивость агроландшафта (2) – это способность агроландшафта (почвы, агрофитоценозов) воспринимать антропогенные нагрузки, сохраняя экологическую и производственную устойчивость (без деградации земель и всей окружающей среды).

Устойчивость агроэкосистемы – свойство сохранять при возмущающих воздействиях стабильный состав и баланс биогеохимических потоков и биохимических циклов между отдельными структурными компонентами системы.

Устойчивость экологическая – способность экосистемы сохранять свою структуру и функциональные особенности при воздействии внешних факторов.

Фоновое содержание вещества в почве – содержание вещества в почве, соответствующее ее природному составу.

Экологическая безопасность – состояние защищенности жизненно важных интересов окружающей среды (личности, общества) от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий, в том числе обусловленных бедствиями и катастрофами, включая стихийные.

Экологическая емкость агроландшафта (1) – антропогенная нагрузка, которую способен воспринять агроландшафт, сохраняя экологическую и производственную устойчивость.

Экологическая емкость агроландшафта (2) – это способность принять и трансформировать определенное количество вещества и энергии при устойчивом его функционировании в заданном режиме.

Экологическая емкость территории – уровень антропогенной нагрузки, который могут выдержать естественные экосистемы без необратимых нарушений выполняемых ими жизнеобеспечивающих функций.

Экологическую емкость территории отражает ее биоэнергетический потенциал и энергия минеральных элементов питания, способных к трансформации в процессе функционирования агроэкосистем и экосистем.

Экологическое равновесие – состояние экосистемы, при котором ее видовой состав, численность, продуктивность, распределение в пространстве, сезонные изменения и, как следствие, баланс веществ и энергии в течение достаточно длительного периода времени колеблется около некоторого постоянного среднего значения.

Экологические ограничения – устанавливаемая на федеральном и областном уровнях система норм, нормативов, регламентов и правил природопользования, лимитов и других ограничителей, представляющих собой научно обоснованные количественные границы свойств и характеристик окружающей среды, которые в совокупности обеспечивают ее благоприятное для жизнедеятельности состояние.

Экологический потенциал агроландшафта (ЭПАЛ) – совокупность условий, необходимых для жизни и воспроизводства населяющих данную территорию организмов (растительный, животных).

Экологические приоритеты – направления природоохранной деятельности, имеющие первостепенное значение для сохранения благоприятного для жизнедеятельности человека качества окружающей среды на конкретной территории. При решении задач социально-экономического развития эти направления получают первоочередное финансирование и/или материально-техническое обеспечение.

Экологические требования – закрепленные в законодательных и иных нормативно-правовых актах федерального и областного уровней процедурные правила организации и ведения хозяйственной и иной деятельности, связанной с использованием природных ресурсов и/или воздействием на окружающую среду.

Экосистема – единая, устойчивая, саморазвивающаяся, саморегулирующаяся в пределах определенного (локального) участка биосферы совокупность живых и неживых экологических компонентов, связанных между собой обменом веществ, энергии и информации.

Эрозия – одно из проявлений внешних потоков энергии, изменяющих горизонтальное и вертикальное строение агроландшафта и воздействия внутренних потоков энергии за время почвообразования.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Агроэкология: учебное пособие для студ. вузов по агроном. спец. / Под ред. В. А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 304 с.
2. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области. – Новосибирск, 2002. – 387 с.
3. Герасименко В.П. Практикум по агроэкологии. Учебное пособие. – М., 2009. – 432 с.
4. Куликов Я.К. Агроэкология: учебное пособие [Электронный ресурс]/ Я.К. Куликов. – Минск: Высш. Шк., 2012. – 319 с.
5. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992, с. 40-44, 143-146.
6. Сельскохозяйственная экология (в аспекте устойчивого развития): учебное пособие / сост. А.Н. Есалко, Т.Г. Зеленская, И.О. Лысенко и др.; Ставропольский гос. аграр. ун-т. – Ставрополь, 2014. – 92 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=514624>.
7. Сельскохозяйственная экология: учебно-метод. пособие / О.И. Родькин, Т.М. Дайнеко, Л.А. Веремейчик, А.Ф. Гуз. – Минск, 2001. – 191 с.
8. Сельскохозяйственная экология: учебник для студ. с-х спец. / Под ред. Н.А. Уразаева. – М.: Колос, 2000. – 304 с.
9. Харина С.Г. Сельскохозяйственная экология: учеб. пособие/ С.Г. Харина. – Благовещенск, 2002. – 101 с.
10. Экология и правовые основы рационального природопользования / А.Г. Незавитин, Н.Н. Наплекова, Л.Н. Ермаков и др. – Новосибирск, 2010. – 626 с.
11. Экология и охрана природы: учебное пособие для практических занятий в вузах Н.Н. Наплекова, Л.Н. Коробова, Б.И. Тепляков. – Новосибирск, 2000. – 215 с.
12. AGRIS – международная информационная система по сельскому хозяйству и смежным с ним отраслям.
13. AGRO-PROM.RU – информационный портал по сельскому хозяйству и аграрной науке.
14. БД AGRICOLA – международная база данных на сайте Центральной научной сельскохозяйственной библиотеки Россельхозакадемии.
15. БД «AGROS» – крупнейшая документографическая база данных по проблемам АПК, охватывает все научные публикации (книги, брошюры, авторефераты, диссертации, труды сельскохозяйственных научных учреждений).

Содержание

	Стр.
Введение	3
Биоэнергетическая оценка технологий растениеводства	4
Занятие 1. Расчет затрат совокупной энергии на 1га посева в традиционной и ресурсосберегающей технологиях земледелия	6
Занятие 2. Определение продуктивности посевов	11
Занятие 3. Биоэнергетическая оценка севооборотов и бессменного посева	13
Эрозионная опасность в агроландшафтах	27
Занятие 4. Оценка потерь почвы с пахотных земель в результате водной эрозии	30
Занятие 5. Определение нагрузки сельскохозяйственных животных на пастбища	34
Занятие 6. Прогнозирование и пути снижения радиационного загрязнения агроландшафта и продукции	39
Занятие 7. Составление контурно-экологических севооборотов	51
Занятие 8. Определение степени вторичного засоления почв	55
Оценка экологических последствий применения пестицидов	58
Занятие 9. Биоиндикация загрязнения почв пестицидами по проросткам культурных растений	62
Занятие 10. Определение фитотоксической активности протравителей семян по отношению к культурному растению	63
Экология сообществ	65
Занятие 11. Экологическая оценка степени выживания и жизненной стратегии растений в агроландшафте	65
Занятие 12. Динамические характеристики популяции	67
Занятие 13. Оценка конкурентоспособности растений в агрофитоценозах	71
Симбиотические отношения в агроценозе. Биологический азот	78
Занятие 14. Изучение клубеньковых бактерий на разных стадиях он- тогенеза	81
Занятие 15. Определение симбиотрофного азота	83
Занятие 16. Оценка видового разнообразия сообщества	85
Занятие 17. Изучение динамики сообществ	88
Занятие 18. Основные принципы регуляции и оптимизации агроце- нозов	94
Занятие 19. Анализ возможностей оптимизации агроландшафтов в Сибири	96

Контролирующие материалы по дисциплине «Сообщество агро-ландшафтов»	97
Контролирующие материалы для аттестации по дисциплине «Экологические противоречия в сельском хозяйстве»	100
Контролирующие материалы по дисциплине «Экологизация агро-ландшафтов»	101
Словарь терминов	105
Рекомендуемая литература	109