

## Лекция 12.

### Заморозки. Типы, условия возникновения и методы прогноза заморозков.

**Цель лекции:** Ознакомиться с типами заморозков и методами их прогноза.

**Краткое содержание лекции:** Некоторые явления погоды могут быть опасными для растений и животных, причинять ущерб сельскому хозяйству. К ним относятся: заморозки, засухи и суховеи, пыльные бури, ливни, град и др. Их необходимо прогнозировать и принимать возможные меры для предотвращения неблагоприятных последствий.

Заморозки - это понижение температуры воздуха в приземном слое до 0°C и ниже на фоне положительных средних суточных температур. Для некоторых культур опасными и повреждающими могут быть низкие положительные температуры, которые в дальнейшем мы также относим к заморозкам.

Сведения о заморозках используются для обоснования размещения растений, установления сроков сева и уборки, селекции на устойчивость к заморозкам, разработки мер защиты растений от заморозков. Опасны для сельскохозяйственных культур только поздние весенние и ранние осенние, которые совпадают с периодом вегетации культур, а для субтропических культур - зимние заморозки. Выделяют три типа заморозков по характеру процессов, их вызывающих и погодных условий, их сопровождающих: адвективные, радиационные и адвективно-радиационные.

1) адвективные заморозки возникают при вторжении холодного воздуха из Арктики и вызывают понижение температуры воздуха от поверхности земли до больших высот. Амплитуда суточных температур небольшая, различие их в приземном слое (2 м) незначительно. Заморозки могут длиться 3-4 суток, охватывая большие территории, и мало зависят от местных условий.

2) радиационные заморозки обусловлены интенсивным охлаждением поверхности в результате излучения в ясные безветренные ночи при невысоких средних суточных температурах. В приземном слое образуется инверсия температур: на высоте 2 м она выше на 2,5 - 4,5°C, чем у поверхности земли. Разница тем больше, чем выше континентальность климата. В лесу при этих заморозках температура на 2-3 градуса выше, чем на полях. Понижение температуры воздуха будет тем больше, чем меньше он насыщен водяным паром. При достижении точки росы начинается конденсация водяного пара с высвобождением скрытой теплоты парообразования и дальнейшее снижение температуры существенно замедляется.

3) адвективно-радиационные заморозки образуются при вторжении холодного воздуха и дальнейшего ночного охлаждения поверхности при ясном небе. Наблюдаются в конце весны - начале лета, ранней осенью, совпадая с периодом вегетации. Продолжительность их 3-4 часа в конце ночи и может увеличиваться в зависимости от рельефа. В низинах происходит застой и приток холодного воздуха, поэтому температура опускается ниже, чем на равнинах, и сохраняется дольше.

Возможно развитие заморозков, которые обусловлены перечисленными причинами, но при общей положительной температуре воздуха. То есть они проявляются незаметно, снижение температуры до 0 и ниже наблюдается на поверхности растений и связано с дополнительным охлаждением при транспирации и длинноволновом излучении растениями.

Все заморозки можно подразделить на: слабые - с температурой около 0°C, средние - до -3°C, сильные - ниже -3°C. Влияние рельефа наиболее заметно при втором и третьем типах заморозков. Холоднее в нижних частях склонов, в долинах, замкнутых котловинах, где температура ниже, чем на равнинах на 3-6 и более градусов, а период без заморозков короче. Заморозки наблюдаются и в тропиках, в горных районах. В Африке зона заморозков расположена севернее 12-14° северной широты и южнее 12-18° ю.ш. В Южной Америке, в

Бразилии - южнее 13о ю.ш. Во Вьетнаме, Лаосе, Бирме, Непале заморозки отмечаются раз в 10 лет.

Степень повреждения растений заморозками зависит от степени их интенсивности и продолжительности, от вида и сорта растения, фазы развития, структуры посева. Выделяют 5 экологических групп сельскохозяйственных культур по устойчивости к низким температурам.

1. Наиболее устойчивые, переносящие короткие заморозки до  $-7-10^{\circ}\text{C}$  в начале вегетации. Это ранние яровые и зернобобовые культуры. В период колошения повреждаются при  $t = -3-4^{\circ}\text{C}$ , во время цветения - при  $-1-2^{\circ}\text{C}$ . Зерно повреждается в фазе молочной спелости при  $-2-4^{\circ}\text{C}$ .

2. Устойчивые, которые выдерживают заморозки в начале вегетации до  $-5-7^{\circ}$ , при цветении - до  $-2^{\circ}\text{C}$ . Это корнеплоды, лен, некоторые масличные.

3. Среднеустойчивые выдерживают при всходах до  $-4^{\circ}$ , при цветении - до  $-2^{\circ}$ . Это соя, редис.

4. Малоустойчивые не повреждаются до  $-2^{\circ}$ , при цветении - около  $0^{\circ}\text{C}$ . К ним относятся картофель, кукуруза, сорго.

5. Неустойчивые теплолюбивые повреждаются при  $-0,5-1,5^{\circ}\text{C}$ : гречиха, фасоль, рис, хлопчатник, бахчевые, арахис.

Для плодовых и ягодных культур заморозки особенно опасны во время цветения, образования завязей. Критическими температурами для них являются  $-1-2^{\circ}\text{C}$ .

Вероятность заморозков и продолжительность безморозного периода зависит от широты местности и континентальности климата. В полярных широтах заморозки наблюдаются и летом. В умеренной зоне на севере заморозков нет в течение 85-90 дней, на юге - до 280 дней. В Восточной Сибири, Казахстане заморозки могут быть летом, в субтропиках - зимой. В горных районах окончание заморозков опаздывает с высотой на 2-4 дня на каждые 100 м. На берегах морей продолжительность периода без заморозков увеличивается на 25-35 дней.

Заморозки предсказывают по вторжению арктического воздуха и его продвижению на основании анализа синоптических карт. Метеорологические центры дают предупреждения для больших территорий. Местные условия могут заметно отличаться (на  $3-5^{\circ}\text{C}$ ), поэтому прогноз уточняется для конкретной территории. Для этого производят необходимые расчеты по формулам, например, по формуле Михалевского, графикам (В.И.Виткевич, 1966, стр.271-276).

Защита от заморозков проводится с древних времен. Наиболее распространенный способ защиты растений от заморозков - дымление. Из-за температурной инверсии дым не уходит вверх, растекаясь над поверхностью. При этом обогревается воздух, дымовая завеса уменьшает излучение, конденсируется влага на частицах дыма с выделением тепла, защищает от прямых солнечных лучей и резкого нагревания растений. Если ткани растений замерзли, то под дымом оттаивание идет медленнее и степень повреждения снижается. Для дымления используют влажную траву, торф и др. Тепловой эффект при дымлении - до  $2^{\circ}\text{C}$ .

Вентиляция подогретым воздухом мощными установками (типа авиационных двигателей) позволяет перемешивать холодные приземные слои с более теплыми и высокими, нарушая инверсию. Такие установки применяются для защиты ценных культур. Недостатком метода является небольшой радиус действия и значительная энергоемкость.

Полив перед наступлением заморозков повышает температуру воздуха у земли за счет выделения скрытой теплоты парообразования при испарении поливной воды, повышает температуру точки росы, что задерживает заморозки и ослабляет их на  $1,5-2^{\circ}\text{C}$ . Используются поливы по бороздам, затоплением, дождеванием.

Посадки высоких кустарниковых полос на склонах вокруг пониженных участков рельефа задерживает стекание холодного воздуха в котловины и низины в ночное время, что уменьшает падение температуры в них.

Укрытие растений применяют в субтропиках для защиты ценных культур. Это прозрачные пленки, марля на весь зимний период.

**Рекомендуемая литература:**

1. Агрометеорология: учебник / Л.Л. Журина. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: ИНФРА-М, 2018. — 350 с.
2. И.Г. Грингоф, В.Н. Павлова. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том III. Часть 1. Основы агроклиматологии. Часть 2. Влияние изменений климата на экосистемы, агросферу и сельскохозяйственное производство. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2013. – 384 с.
3. В.М. Лебедева, А.И. Страшная. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том II. Методы расчетов и прогнозов в агрометеорологии. Книга 2. Оперативное агрометеорологическое прогнозирование. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2012. – 216 с.
4. О.Д. Сиротенко. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том II. Методы расчетов и прогнозов в агрометеорологии. Книга 1. Математические модели в агрометеорологии. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2012. – 136 с.
5. И.Г. Грингоф, А.Д. Клещенко. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том I. Потребность сельскохозяйственных культур в агрометеорологических условиях и опасные для сельскохозяйственного производства погодные условия. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2011. – 808 с.