

В.И.Мельник, канд. техн. наук, С.А.Чигрина, асп.

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
имени Петра Василенко*

Микроклимат каждого из полей, как фактор влияния на темпы проведения работ и потребность в технике

В статье представлен анализ влияния природных микроклиматических особенностей, возникающих в условиях холмистого рельефа, на сроки выполнения технологических операций и потребность в технике, а также на состояние сельскохозяйственных культур и их урожайность. **микроклимат, рельеф, увлажненность почвы, механический состав почвы, радиационный баланс, влагообеспеченность растений**

Чтобы получить устойчивые высокие урожаи сельскохозяйственных культур и при этом экономно расходовать имеющиеся ресурсы, необходимо учитывать много факторов различной природы. До сегодняшнего дня, влияние рельефа местности, окружающей природы (лугов, лесов, водоемов и пр.), почвенных и микроклиматических особенностей каждого из полей хозяйства на его потребность в технике остается малоизученным. Предпосылкой к изучению обозначенного вопроса служит очевидный тезис — все перечисленные факторы определяют микроклимат поля, а он, в свою очередь, сроки прогревания и созревания почвы, а значит, сроки и темпы проведения полевых работ. Можно предположить, что грамотно варьируя перечисленными факторами можно растянуть сроки проведения работ и тем обусловить снижение потребности в технике.

Основными особенностями микроклимата пересеченной местности являются неодинаковый приток солнечной радиации на склоны различного направления и крутизны, а также характер воздушного обмена между отдельными формами рельефа. Существенное значение имеет и ряд других факторов, в частности характер и состояние подстилающей поверхности, в особенности влажность почвы, которая неодинакова в разных частях рельефа, и состояние травостоя. Микроклиматические различия зависят также от характера погоды, определяющей величину радиационного баланса и условия воздушного обмена.

Изрезанность рельефа наблюдается на большинстве наших полей. В результате этого сельскохозяйственные культуры, растущие в верхней, средней или нижней части склона, оказываются не только в совершенно различных условиях увлажнения почвы и плодородия ее, но и в разных микроклиматических условиях. При этом часто оказывается, что влияние почвенных и микроклиматических условий противоположно. В верхней

части склона почвы часто смыты, малоплодородны, но микроклиматические условия благоприятны для развития растений. В нижней части склонов с намытыми плодородными почвами микроклимат бывает неблагоприятным для нормального развития растений. Зная особенности распределения почв и микроклимата в разных условиях рельефа, можно разработать и применять различные приемы агротехники для отдельных частей его с таким расчетом, чтобы сельскохозяйственные культуры могли максимально использовать положительные условия и не страдали бы от неблагоприятных факторов среды обитания.

Микроклиматические различия в разных формах рельефа в основном возникают вследствие особенностей солнечного нагрева различно ориентированных в отношении сторон света склонов и особенностей стока и подъема воздушных масс по склону.

Температура почвы влияет на рост, развитие и урожайность всех сельскохозяйственных культур, поэтому сведения о ней представляют большой интерес для сельскохозяйственного производства.

Влияние температуры почвы на рост, развитие и урожайность культурных растений показано многими исследователями [1,3,4,5,6,11 и др.]. Учет этого фактора в сельскохозяйственном производстве необходим, особенно в местностях с расчлененным рельефом, где температура почвы заметно различается даже на близко расположенных участках в зависимости от формы рельефа, экспозиции и крутизны склона.

Весной и летом почва получает больше тепла, чем отдает. Это оставшееся на поверхности почвы радиационное тепло, или остаточная радиация, и служит источником всех жизненных процессов на земле и прилегающем к ней слое воздуха. Она поддерживает жизнь растительных и животных организмов, она же, в основном, формирует микроклимат.

На одном и том же поле могут быть разные почвы и разные сельскохозяйственные культуры. Некоторые поля оставляют под пар. Поля могут быть по-разному увлажнены и различаться по рельефу. Поэтому и остаток радиационного тепла на таких полях будет разным. На поле под паром он был значительно больше. Черный пар больше поглощал солнечных лучей, чем яровая пшеница, которая отражала их в разные периоды своего развития от 12 до 25%.

Следовательно, микроклимат во многом зависит от того, как расходуется радиационный остаток, сколько тепла будет тратиться на нагревание более глубоких слоев почвы, воздуха и на испарение. Но иногда и на полях с большим радиационным остатком бывает холоднее, чем на полях, где этот остаток меньше. Это происходит потому, что на более влажном поле температура почвы будет ниже и излучение меньше. А это значит, что остаток радиационного тепла здесь будет больше. Казалось бы, что на этом поле должно быть и теплее. На самом же деле, наоборот, так как здесь почти весь остаток радиационного тепла тратится

на испарение с почвы, в то время как на более сухом поле – на нагревание воздуха.

Таким образом, чем больше влаги в почве, тем больше радиационного тепла тратится на испарение и меньше на нагревание воздуха.

Если же, наоборот, в почве будет мало влаги, то больше всего тепла пойдет на нагревание воздуха и меньше на испарение.

Наконец, если почва совсем сухая, то за исключением той небольшой доли тепла, которая идет на нагревание почвы, все остальное тепло будет затрачиваться на нагревание воздуха.

Почва отличается разнообразием теплофизических свойств, так как неоднородна по механическому составу и типу даже на близкорасположенных участках.

Механический состав почвы оказывает значительное влияние на ее температуру.

Данные исследований [2] показывают, что легкие песчаные и супесчаные почвы отличаются более высокими температурами, чем суглинистые, в основном, как было отмечено, из-за различной теплоемкости и теплопроводности их, обусловленных различной влажностью, причем с ростом температуры различие между температурой суглинистых и песчаных почв увеличивается.

Для сельскохозяйственного производства большое практическое значение представляют данные о времени наступления в почве температуры от $5,0$ до $10,0^{\circ}$, по которой можно судить о степени готовности ее к севу и посадке различных культур. Анализ материалов по температуре почвы показал, что в верхнем слое ($5 \dots 10$ см) температуры от $5,0$ до $10,0^{\circ}$ наступают в среднем примерно одновременно в воздухе и в суглинистой почве. Иногда наступление этих температур на глубине 10 см бывает на $1 \dots 2$ дня позже, чем на глубине 5 см.

Подъем температуры до $5,0 \dots 10,0^{\circ}$ на глубине 20 см по сравнению с воздухом и выше лежащими слоями почвы запаздывает обычно на $2 \dots 3$ дня.

В отдельные годы время наступления рассматриваемых температур в воздухе и в почве может довольно значительно различаться. Это бывает главным образом в тех случаях, когда происходит резкая смена воздушных масс, значительно различающихся по температуре, так как почва медленнее реагирует на подобные изменения температурного режима, чем воздух.

Для определения времени наступления температур воздуха $5,0$ и $10,0^{\circ}$ можно пользоваться данными ближайшей метеорологической станции или климатической картой дат наступления этих температур.

Поскольку тепловой режим почвы зависит не только от прихода и расхода тепла, но также и от характера почвы, то его можно регулировать,

изменяя, во-первых, составляющие баланса тепла и, во-вторых, свойства самой почвы.

Еще более резкое различие между поступлением и отдачей радиационного тепла наблюдается на участках поля с разным рельефом. А таких полей много. Они расположены то на холмах, то в низинах, обращены то на юг, то на север, восток или запад. Радиационный остаток на этих полях будет разным, так как они получают неодинаковое количество радиационного тепла.

Влияние рельефа на температуру отметил А.И.Воейков еще в 1881 г., указав, что низины и долины ночью холоднее соседних склонов и вершин. В дальнейшем влияние рельефа на микроклимат, а вместе с тем на температуру почвы и развитие сельскохозяйственных культур изучали для отдельных районов П.И.Колосков [6], С.А.Михайловская [9], В.П.Мосолов [10], Ф.П.Кривых [8], Гольцберг И.А. [3] и др. Они показали существенное влияние рельефа местности на температурный режим почвы и воздуха, распределение запасов влаги, а в связи с этим на сроки посева или посадки, развитие и урожайность сельскохозяйственных культур.

Известно, что чем выше стоит солнце, или чем отвеснее падают его лучи, тем больше поступает от него тепла на землю. Если количество солнечного тепла, поступающее в ясный день весеннего равноденствия (21 марта) на ровное поле, принять за 100%, то северный склон холма крутизной $10,0^\circ$ получит 77%, южный 117%, а северный склон холма крутизной $20,0^\circ$ получит 52%, южный 132%.

Весной, когда солнце стоит еще низко над горизонтом, больше всего тепла получают южные склоны. При этом крутые склоны, на которые солнечные лучи падают наиболее отвесно, будут иметь большее количество тепла. В это время года южные склоны крутизной более $20,0^\circ$ на широте Москвы получают больше тепла, чем ровные поля в субтропиках. Здесь увеличение крутизны южного склона только на один градус как бы переносит к климату на 100 км южнее.

Иное наблюдается летом в день летнего солнцестояния (22 июня) когда солнце поднимается высоко над головой. Лучи его сравнительно равномерно освещают северный и южный склоны, и почва везде получает примерно одинаковое количество тепла. Летом на более крутые южные склоны солнечные лучи будут падать менее отвесно, как бы скользя по поверхности, и склоны будут получать меньшее количество тепла.

Больше всего дополнительного тепла получают крутые южные склоны ранней весной и осенью, когда солнце стоит невысоко. На широте 60° южные склоны крутизной в 30° в середине апреля получают на 50% больше солнечного тепла, чем ровное место, на широте 50° – только на 28 % больше, потому что солнце здесь подымается выше, и его лучи как бы скользят по крутым склонам, не очень сильно нагревая их. Но вследствие того, что солнце стоит относительно высоко, оно лучше облучает и

обогревает северные склоны, чем на широте 60° .

Но на широте 60° весна наступает почти на месяц позднее, чем на широте 50° . Продолжительность вегетационного периода сельскохозяйственных культур тоже значительно различается.

Нельзя забывать, что пахотные склоны обычно пологи, крутизна их менее $10,0^{\circ}$ и редко превышает $6,0...7,0^{\circ}$. В этих условиях различия между прямой солнечной радиацией на южных и северных склонах летом (в июне) не превышают $7...8\%$, осенью же могут достигать $35...40\%$.

Тепло ранней весны расходуется на южных склонах на ускорение таяния снега, просыхание и прогревание почвы; растениями оно используется только косвенно. Это имеет большое практическое значение для сельскохозяйственного производства, так как благодаря этому пахоту и сев на южных склонах можно начинать раньше, чем на других участках рельефа.

Таким образом, можно считать, что в средних широтах в пересеченных местностях с пологими пахотными склонами при относительной разности высот между верхними и нижними частями рельефа $10...100$ м: (не более 150 м) и при условии достаточных запасов влаги в почве средние суточные температуры верхнего слоя почвы в весенний период на южных склонах по сравнению с ровными полями выше на $0,5...1,0^{\circ}$, по сравнению с северными склонами – на $2,0^{\circ}$, а в дневные часы в малооблачные дни – на $3,0...4,0^{\circ}$. Такое повышение температуры обеспечивает на южных склонах сев ранних яровых в среднем на $2...5$ дней раньше, чем на ровных полях, и раньше на $5...7$ дней, чем на северных склонах. В сухие теплые вёсны разница в сроках посева между южными и северными склонами может достигать 10 дней.

Восточные и западные склоны занимают промежуточное положение между северным и южным склонами. Более теплым является западный склон, потому что на восточном склоне часть прямой солнечной радиации в утренние часы расходуется на испарение росы.

Следовательно, если северные склоны покрыты более легкими песчаными и супесчаными почвами, а южные более тяжелыми суглинистыми и глинистыми, температуры пахотного слоя почвы на северных и южных склонах после схода снежного покрова близки, а далее почва на северных склонах становится теплее, чем на южных, из-за различной теплоемкости и теплопроводности песчаных и суглинистых почв. Песчаные почвы на ровных полях в мае в среднем за месяц теплее суглинистых на $2...3^{\circ}$. Подъем температуры до $5,0^{\circ}$ в верхнем слое песчаных почв происходит раньше, чем в суглинистых, в среднем на $3...5$ дней до $10,0^{\circ}$ — на $4...7$ дней. Поэтому сев ранних яровых на северных склонах с супесчаными почвами и на южных с суглинистыми почвами можно производить в одни и те же сроки, а сев теплолюбивых культур на

северных склонах – даже в более ранние сроки, чем на южных. Если же южные склоны заняты песчаными почвами, а северные суглинистыми, температура почвы на южных склонах будет значительно выше, чем при одинаковых почвах на обоих склонах. В таком случае теплообеспеченность южных склонов будет складываться из двух причин, действующих в одну сторону (механический состав почвы и экспозиция склона).

Распределение влажности почвы на отдельных полях и их участках обычно не одинаково. Это объясняется тем, что на формирование запасов почвенной влаги на полях сильно влияют местные условия (рельеф, тип почвы, глубина залегания грунтовых вод), вид и состояние сельскохозяйственной культуры, вид и уровень агротехники и др.

Водный режим почв сельскохозяйственных полей и отдельных их участков в значительной степени обуславливается рельефом местности.

При прочих равных условиях наиболее влажными являются северные склоны, затем восточные, западные и южные. Северо-восточные склоны более влажные, чем северо-западные, а юго-восточные более влажные, чем юго-западные. Наветренные склоны обычно суше заветренных.

Для того чтобы иметь возможность дать рекомендации хозяйствам по использованию склонов разной влагообеспеченности, необходимо оценить вероятность наступления на склонах увлажнения, недостаточного для растений, а также возможность избыточного увлажнения в понижения рельефа. Имеющиеся в настоящее время данные по составляющим водного баланса для пахотных склонов позволяют рассчитать его хотя бы приближенно для разных частей Украины.

Влажность почвы на северных склонах больше, чем на южных, в среднем примерно в 1,6 раза. При недостаточном увлажнении в результате лучшего развития растительности на влажных северных склонах и ее интенсивной транспирации влажность почвы северного склона уменьшается и в середине — конце лета может быть даже меньше, чем на южном склоне.

Влажность почвы оказывает также и косвенное воздействие на растения посредством изменения термических характеристик микроклимата на склонах разной экспозиции. Так, на южных склонах вследствие большого притока прямой солнечной радиации происходит более интенсивное испарение, чем на северных, и почвы южных склонов становятся более сухими. Последнее способствует повышению температуры почвы и прилегающих слоев воздуха.

Весеннее оттаивание и влажность верхних слоев почвы на полях в значительной степени обуславливают сроки проведения весенних полевых работ и их качество. Они определяют проходимость, производительность,

а также качество работы сельскохозяйственных машин и орудий, применяемых для обработки почвы. Когда почва оттает на глубину 10 см, можно приступить к боронованию, а при оттаивании почвы на 30 см – к пахоте.

Таким образом, на полях с различной экспозицией обычно наблюдается существенный разрыв во времени возможного начала полевых работ. Происходит это

за счет суммарной разницы во времени, необходимой для таяния снега и оттаивания почвы. В прохладные малооблачные вёсны этот разрыв достигает 5–10 дней.

Большие изменения в сроках созревания сельскохозяйственных культур и в урожайности их в разных условиях рельефа хорошо известны.

В нижних частях склонов и на дне долин созревание сельскохозяйственных культур под влиянием низких температур ночи и высокой влажности почвы по сравнению со склонами запаздывает (для зерновых культур до 6...8 дней). Урожайность не требовательных к теплу и влаголюбивых культур внизу обычно выше, чем на склонах.

В условиях холмистого рельефа имеют место существенные различия не только в темпах развития растений, но и в структуре урожая. Нередко склоны бывают бедны азотом и другими питательными веществами. Запасы влаги в почве верхних и средних частей склонов также часто бывают значительно меньше, чем в понижениях рельефа. Лучшая обеспеченность долин и подножий склонов водой и питательными веществами при сравнительно низкой температуре воздуха в ночные часы суток способствует увеличению общей массы вегетативных органов.

Даже отдельные сорта сельскохозяйственных культур по-разному реагируют на произрастание в различных условиях рельефа.

При распределении посевов разных сортов необходимо учитывать рельеф местности: одни поля находятся в нижней части склона, другие – в верхней части, одни на южном, другие на северном склоне, и часто в пределах одного хозяйства хорошие урожаи по всей площади можно получить только при посеве разных сортов.

Существенно изменяется под влиянием рельефа не только величина урожая, но и качество его. Значительные различия в условиях увлажнения и тепловом режиме разных форм рельефа определяют изменения в химическом составе растений в холмистом рельефе. Например, по данным З.И.Коровиной [7], содержание крахмала в клубнях картофеля было наибольшим в верхней части склона (15,1%) и наименьшим в нижней части (13,9%).

Выводы.

В случае крупного хозяйства, имеющего несколько тысяч пахотной земли и возделывающего сельхозкультуры в системе севооборотов

необходимо учитывать все перечисленные выше микроклиматические особенности каждого из физических полей. В конечном итоге это позволит на несколько дней разнести сроки выполнения одноименных операций и тем самым существенно снизить пиковую потребность в технике. Указанное обстоятельство проявляется тем сильнее, чем разнообразнее природноклиматические особенности территории хозяйства.

Список литературы

1. Герасимов Г.А. К вопросу о влиянии температуры почвы на урожай сельскохозяйственных культур /. Сборник научно-исследовательских работ Пермского с.-х ин-та, т. VI. Пермь: 1937.
2. Голубева Л.А. Возможности регулирования теплового режима почв Саратовской области./ Тр. Саратовского с.-х. ин-та, т. 10. Саратов: 1957.
3. Гольцберг И.А. Микроклимат и его значение в сельском хозяйстве. Л.: Гидрометеиздат, 1957 – 68 с.
4. Дадыкин В.П. О водном режиме и питании растений на холодных почвах. ДАН СССР, 70, 6.– 1950.
5. Ипполитов Д.В. и Колясев Ф.Е. Влияние малых изменений температуры почвы на развитие и урожай зерновых культур./ Бот. журн., т. XVI, № 5, 1956.
6. Колосков П.И. Климатические основы сельского хозяйства Амурской губернии. Благовещенск: 1925.
7. Коровина З.И. Рельеф местности и его влияние на водный и температурный режим и поведение сельскохозяйственных растений в условиях северного Предуралья. тр. Соликамской с.-х. оп. ст. Соликамского калийного комбината, т. II, Пермь: 1958.
8. Кривых Ф.П. Влияние рельефа на сельскохозяйственные растения. Иркутск: 1948.
9. Марковская Е.Ф. Роль суточного температурного градиента в онтогенезе растений / Е.Ф.Марковская; Рос. акад. наук, Карел. науч. центр, Ин-т биологии. М.: Наука, 2004
10. Николаев М.В. Современный климат и изменчивость урожаев: Зерновые регионы умерен. пояса. СПб.: Гидрометеиздат, 1994. – 200 с.
11. Михайловская С.А. Влияние экспозиции на метеорологический режим воздуха и почвы по наблюдениям в Батумском ботаническом саду осенью 1935 г./ Материалы по агроклим. районированию субтропиков СССР, вып. II, 1938.
12. Мосолов В.П. Рельеф местности и вопросы земледелия. /Докл. ВАСХНИЛ. № 8, М.: 1948.
13. Радченко С.И. Влияние температурного градиента на рост и развитие высших растений. /Тр. Бот. ин-та им. В.Л.Комарова, АН СССР, сер. 4, эксперим. бот. 4, 1940.
14. Круківська А.В. Агрокліматична оцінка умов вологозабезпечення території України у період вегетації сільськогосподарських культур: автореферат дис. канд. геогр. наук: 11.00.09 / А.В.Круківська; Київ. нац. ун-т ім. Т. Г. Шевченка: К. : 2008

В.Мельник, С.Чигрина

Мікроклімат кожного з полів, як чинник впливу на темпи проведення робіт і потребу в техніці

У статті приведено аналіз впливу природних мікрокліматичних особливостей, що виникають в умовах пересіченої місцевості, на терміни виконання технологічних операцій і потребу в техніці, а також на стан сільськогосподарських культур і їх врожайність.

V.Mel'nik, S.Chigrina

Microclimate each of the fields, as a factor of influence on the rates of leadthrough of works and requirement in engineering

In article influence of a relief and a field microclimate for terms of carrying out of technological operations and a condition of agricultural crops is considered.

Одержано 16.09.09