

3. Пантелеева Е.И. Интенсивная технология размножения облепихи: рекомендации / Е.И. Пантелеева, Т.М. Плетнева, Ф.Ф. Стрельцов и др. Новосибирск, 1989. 41 с.

4. Стрельцов Ф.Ф. Интенсификация использования закрытого грунта в питом-

ниководстве / Ф.Ф. Стрельцов // Проблемы стабилизации и развития сельского хозяйства Казахстана, Сибири и Монголии: матер. III Междунар. науч.-практ. конф. (г. Алматы, 18-19 июня 2000 г.). Новосибирск, 2000. С. 44-46.



УДК 633.1:631.175:631.4

**А.А. Шпедт,
В.К. Пурлаур**

ВЛИЯНИЯ МЕЗОРЕЛЬЕФА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Введение

Для решения вопросов адаптивно-ландшафтного земледелия важно знать, как изменяются урожайность и качество сельскохозяйственных культур на почвах, сформировавшихся на разных элементах мезорельефа. О влиянии рельефа на продуктивность растений имеется достаточно публикаций. Например, в условиях Алтайского края, по данным Л.М. Бурлаковой и Е.М. Со, влияние экспозиции склона на урожайность яровой пшеницы было не меньше, чем содержание питательных веществ в почве, и оно перекрывало действие содержания гумуса, его состава и мощности гумусового горизонта [1]. Разработаны модели урожайности зерна яровой пшеницы по параметрам плодородия почв склоновых земель. Продуктивность яровой пшеницы уменьшалась в зависимости от экспозиции склона в ряду: водораздел – южный склон – северный склон – юго-восточный склон – северо-восточный склон – юго-западный

склон. В условиях Красноярского края, в пределах Красноярского природного округа, по сведениям Ю.Ф. Едимейчева, урожайность зерновых культур на склоновых землях повышалась от южного и западного склонов к восточному [2]. Что касается влияния рельефа на качество урожая сельскохозяйственных растений, то здесь информации явно недостаточно.

Объекты и методика исследований

Изучение влияния мезорельефа на урожайность и качество зерновых культур проводилось в Красноярском природном округе (ОПХ «Минино») в 1998-2000 гг. и в Чулымо-Енисейском природном округе в ЗАО «Игрышенское» в 2003-2004 гг. Опыты закладывались по следующей схеме: 1) плато (контроль); 2) южный склон; 3) ложбина; 4) северный склон. Указанные элементы рельефа являлись естественными образованиями с определенными свойствами. В ОПХ «Минино» крутизна северного склона составляла 5-7⁰, а юж-

ного – 5-6°. Почва была представлена в ложбине и на северном склоне черноземом выщелоченным маломощным малогумусным (в ложбине среднemosным) среднесуглинистым, на плато и южном склоне – черноземом обыкновенным маломощным малогумусным среднесуглинистым. В ЗАО «Игрышенское» крутизна северного и южного склонов составляла, соответственно, 4-5° и 3-4°. Почва – чернозем выщелоченный среднemosный (на склонах маломощный) малогумусный тяжелосуглинистый.

Возделывались яровые зерновые культуры следующих сортов: пшеница – Тулунская 12 и Черемшанка; ячмень – Красноярский 80. Посев проводился поперек средней части склонов, на плато и в средней части ложбины в начале мая, а уборка и учет урожая – в начале сентября. Предшественниками для пшеницы были чистый пар и картофель, а для ячменя – пшеница. При возделывании культур применялась типичная для данной зоны агротехника [3]. Оценка качества зерна выполнялась в технологической лаборатории Красноярского НИИ сельского хозяйства.

Результаты исследований

В ОПХ «Минино» агрометеословия периодов вегетации 1998-2000 гг. характеризовались как засушливые, с ГТК, соответственно, равными 0,72; 1,01 и 0,94. Во все годы в начальные фазы развития растений наблюдался недостаток почвенной влаги. Экстремальные условия для зерновых культур сложились в период кушение-колошение в 1999 г., когда выпало всего 6 мм осадков, а ГТК составил 0,14. В течение месяца стояла сильная жара, а количество влаги в почве приблизилось к ВЗ (15-16%), что привело к изреживанию посевов и резкому падению урожайности пшеницы и ячменя. На поверхности почвы образовались трещины. Периоды проведения уборочных работ характеризовались следующим образом: в 1998 г. осадков выпало на 40% ниже нормы, что указывает на благоприятные условия уборки; в 1999 г. – чуть больше нормы; в 2000 г. было очень влажно, что затруднило созревание хлебов и уборку урожая.

Показатели урожайности пшеницы и ячменя в среднем за три года находились на низком уровне (табл. 1). Продуктивность растений ограничивалась влагообеспеченностью. Крайне низкая урожайность была получена в острозасушливом 1999 г. Уро-

жайность зерна пшеницы в среднем за три года, в зависимости от вариантов опыта, составляла всего 0,74-1,22 т/га. Ячмень, в отличие от пшеницы, имея меньший коэффициент транспирации, лучше перенес стресс засушливых условий и обеспечил урожайность зерна 1,20-1,72 т/га. Ячмень сорта Красноярский 80 отличается стабильностью основных элементов продуктивности и урожая по годам, что свидетельствует о его биологической пластичности [4]. По-видимому, этим объясняется более высокая продуктивность ячменя, по сравнению с пшеницей.

Мезорельеф существенно повлиял на урожайность зерна яровых зерновых культур. Относительно неплохие условия для возделывания пшеницы сложились в средней части южного склона. Почва южного склона не могла иметь больше влаги, чем почва других элементов рельефа, наоборот, уже в период кушение-колошение здесь наблюдалось значимое снижение влажности почвы. Тем не менее южный склон не намного уступил ложбине в отношении продуктивности. Почва южного склона быстрее приходит в состояние физической и биологической спелости и лучше обеспечена теплом. Даже в условиях Южно-Минусинского природного округа вегетационный период пшеницы, возделываемой на южном склоне, оказывался на 3-6 дней короче, чем на северном склоне [5]. На наш взгляд, в данном случае температурный фактор имел решающее значение. Более высокие температуры на южном склоне способствовали быстрому развитию растений и прохождению критического по отношению к воде периода кушения в более короткие сроки, когда запасы весенней влаги в почве еще относительно высоки. Другими словами, благодаря лучшей теплообеспеченности растения на южном склоне использовали почвенную влагу более продуктивно. Дополнительно к этому на южном склоне повышался приход физиологически активной радиации на поверхность растений. Данные факторы обусловили более высокий выход зерна пшеницы.

Самые низкие показатели урожайности были получены при возделывании зерновых культур на почве северного склона, причем пшеница сильнее снизила продуктивность, чем ячмень. В среднем за три года урожайность зерна здесь была на 9-32% ниже, чем на почве плато. Наблюдениями установлено [6], что на пологих

склонах, угол наклона которых не превышал 6-7°, различия прямой солнечной радиации между южным и северным склонами летом составляли 78%, а в переходные периоды (весной и осенью) они достигали 35-40%. В условиях Красноярского природного округа на южных склонах, в отличие от северных, суммарной радиации поступало на 20% больше на пологих склонах (5°) и на 35% на крутых (15°) склонах. Разница температуры воздуха на склонах разных экспозиций с углом наклона до 8,5° составляла 4,0-5,5°C [7]. Температурный фактор вновь сыграл свою роль. В данном случае снижение продуктивности происходило в результате более длительного развития растений и совпадения фазы кущения с периодом летней засухи.

Наиболее высокая урожайность пшеницы и ячменя была получена на почве ложбины, что, безусловно, связано с засушливыми условиями возделывания данных культур. На почве ложбины растения лучше перенесли стресс от неблагоприятных факторов, вызванных засушливыми условиями. В среднем за три года урожайность зерна культур снижалась в ряду ложбина – южный склон – плато – северный склон.

Элементы мезорельефа повлияли на качество зерна яровой пшеницы (табл. 2).

Так, по сравнению с южным склоном масса 1000 зерен уменьшилась при возделывании пшеницы на северном склоне. Мезорельеф оказал влияние на всхожесть семян пшеницы и содержание протеина в зерне. Достоверное снижение данных показателей отмечалось в зерне, полученном в ложбине и на северном склоне. В условиях северного склона сформировалось много неполноценных зерновок, что снизило всхожесть семян по отношению к контролю на 19-23%. Можно предположить, что ухудшение посевных качеств семян было связано с образованием и метаболитом альбуминов и других водорастворимых соединений, не входящих в состав клейковины, но играющих большую роль в формировании семени. Данное обстоятельство необходимо учитывать при размещении семенных посевов. Натура зерна была на уровне или чуть выше базисной нормы (750). В зерне пшеницы, полученном на опытном участке, содержание клейковины было высоким, и в соответствии с ГОСТ 9353-85 для мягкой пшеницы, в большинстве случаев, соответствовало первому классу. Какого-либо значимого влияния мезорельефа на содержание клейковины в зерне не отмечалось. Данный показатель между наиболее контрастными вариантами различался всего в 1,04-1,07 раза.

Таблица 1

Влияние мезорельефа на урожайность зерна пшеницы и ячменя, т/га (ОПХ «Минино»)

Вариант опыта	Пшеница				Ячмень			
	1998 г.	1999 г.	2000 г.	среднее	1998 г.	1999 г.	2000 г.	среднее
Плато (контроль)	1,22	0,46	1,58	1,09	1,35	0,76	1,85	1,32
Южный склон	1,52	0,72	1,13	1,12	1,86	1,00	1,54	1,47
Ложбина	1,71	0,95	1,01	1,22	1,92	1,35	1,89	1,72
Северный склон	0,99	0,59	0,64	0,74	1,55	1,03	1,32	1,20
НСР ₀₅	0,49	0,20	0,35	-	0,50	0,31	0,47	-
Sx, %	12,0	5,6	10,5	-	9,9	10,1	9,2	-

Таблица 2

Влияние мезорельефа на посевные и технологические свойства зерна пшеницы (ОПХ «Минино»)*

Показатель	Вариант опыта									
	плато (контроль)		южный склон		ложбина		северный склон		НСР ₀₅	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Масса 1000 зерен, г	26,4	28,0	27,2	28,9	26,4	29,2	25,1	27,1	2,1	1,8
Всхожесть, %	90	91	95	95	80	81	71	68	3,0	68
Натура, г/л	760	774	763	770	757	776	757	773	5,2	3,2
Протеин, %	17,5	15,0	17,3	15,0	16,4	14,1	17,1	14,5	0,2	0,2
Клейковина, %	39,3	33,6	39,5	31,4	38,1	31,5	38,1	32,9	2,6	1,9

* 1 – пшеница сорта Тулунская 12; 2 – пшеница сорта «Черемшанка».

В ЗАО «Игрышенское» агрометеороусловия периодов вегетации 2003-2004 гг. характеризовались как жаркие и влажные, с ГТК – соответственно, 1,39 и 1,28. Во все годы недостаток влаги имел место только в начальный период развития растений. Несколько сильнее это проявилось в мае 2004 г., когда под влиянием засушливых условий на почве плато отмечалось выпадение растений пшеницы. Периоды уборочных работ были очень влажными, что замедлило дозревание хлебов и затруднило уборку урожая. Относительно благоприятные погодные условия обеспечили достаточно высокую продуктивность яровой пшеницы.

Мезорельеф существенно повлиял на показатели продуктивности культуры (табл. 3). В 2003 г., по сравнению с контролем, фиксировалось значимое снижение продуктивности растений на почве склонов и ложбины. При этом самая низкая урожайность отмечалась на почве ложбины. В 2004 г., наоборот, наиболее низкие показатели продуктивности пшеницы были получены на почве плато. Низкая урожайность культуры на контроле, по сравнению с другими вариантами опыта, была обусловлена неблагоприятными погодными условиями, приведшими к изреживанию посева. Низкая продуктивность получилась и при возделывании пшеницы на почве ложбины.

Урожайность зерна пшеницы и общая фитомасса культуры изменялись относи-

тельно мезорельефа не одинаково. В среднем за два года урожайность зерна пшеницы снижалась в ряду южный склон – северный склон – плато – ложбина. Урожайность зерна на почве ложбины, по сравнению с почвой водораздела, уменьшилась на 15%.

Действие каждого элемента мезорельефа на продуктивность сельскохозяйственных культур в разные годы в зависимости от сложившихся погодных условий может быть положительным, отрицательным и промежуточным (нейтральным). Например, в ОПХ «Минино» в условиях засухи самые высокие показатели продуктивности культур были получены на почве ложбины. По выходу зерна на 2-м и 3-м местах при почти равных значениях располагались варианты южный склон и плато. В ЗАО «Игрышенское» в условиях достаточного (иногда избыточного) увлажнения на почве ложбины показатели урожайности культуры, наоборот, были самыми низкими. Во влажных условиях почва южного склона по урожайности зерна вышла на 1-е место, а на 2-й и 3-й позициях при равных значениях расположились варианты северный склон и плато. В полученных рядах почва плато по показателям продуктивности всегда находилась либо между почвами склонов разных экспозиций, либо между почвами склона и ложбины. То есть урожайность здесь всегда характеризовалась, по сравнению с другими вариантами опыта, промежуточными, средними значениями.

Таблица 3

Влияние мезорельефа на продуктивность пшеницы (ЗАО «Игрышенское»), т/га

Вариант опыта	Фитомасса			Зерно		
	2003 г.	2004 г.	среднее	2003 г.	2004 г.	среднее
Плато (контроль)	9,43	5,88	7,66	3,33	2,05	2,69
Южный склон	7,29	7,47	7,38	2,82	2,79	2,81
Ложбина	6,98	6,60	6,79	2,25	2,30	2,28
Северный склон	8,39	8,22	8,31	2,59	2,81	2,70
НСР ₀₅	1,75	1,82	-	0,50	0,62	-
Sx, %	4,3	4,9	-	4,3	4,9	-

Таблица 4

Влияние мезорельефа на технологические свойства зерна пшеницы (ЗАО «Игрышенское»)

Вариант опыта	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Протеин, %	Клейковина, %	Стекловидность, %	
					общая	в т.ч. 100% стекловидных
Плато (контроль)	33,3	818	11,9	26,3	64	31
Южный склон	30,6	794	11,6	29,2	73	53
Ложбина	31,8	797	12,0	25,1	65	34
Северный склон	32,9	806	13,0	24,7	69	42
НСР ₀₅	1,7	9,8	1,0	1,4	16	27
Sx, %	1,3	1,4	1,7	2,3	3,4	10,0

Анализ урожайности зерновых культур, полученной в условиях выраженного мезорельефа, при контрастной влагообеспеченности позволил выявить еще одну особенность. В засушливых условиях мезорельеф довольно сильно влиял на продуктивность зерновых культур, а во влажных данное влияние нивелировалось. Так, в ОПХ «Минино» урожайность зерна яровой пшеницы по вариантам опыта изменялась в 1,5-1,6 раза, а в ЗАО «Игрышенское» – только в 1,2 раза.

Объединение всех имеющихся данных, полученных при контрастных погодных условиях двух хозяйств, позволило выявить следующее. Среднемноголетняя урожайность зерна пшеницы на почве водораздела и ложбины получалась примерно одинаковой, на почве южного склона выше, а на почве северного склона – ниже, соответственно, на 5 и 32%.

Под влиянием мезорельефа изменились технологические свойства зерна пшеницы (табл. 4). Так, варианты плато и южный склон значительно различались по массе 1000 зерен. Зерно, полученное в опыте, имело натуру существенно выше базисной нормы, при этом на варианте плато фиксировалось наиболее высокое значение данного показателя. Достоверное увеличение протеина отмечалось в зерне, полученном на почве северного склона. Содержание клейковины, соответствовавшее второму классу качества, обнаруживалось только в зерне, выращенном на почве южного склона. На всех остальных вариантах опыта было получено зерно, относящееся по содержанию клейковины к третьему классу качества. По содержанию клейковины наиболее контрастные значения были характерны для зерна, выращенного на почве южного и северного склонов. Они различались в 1,18 раза. Напомним, что в ОПХ «Минино» в условиях засухи изменения содержания клейковины в зерне по вариантам опыта были менее выражены. Вероятно, при влажных погодных условиях влияние мезорельефа на технологические свойства зерна проявляется более отчетливо, чем при недостатке влаги. Стекловидность зерна соответствовала первому классу и достоверно не различалась между вариантами опыта, по всей видимости, по причине высокой изменчивости данного свойства.

Выводы

1. Наилучшие условия для возделывания зерновых культур складываются на почве

плато и южных склонах (крутизна 4-6°), а при засушливых условиях – и на почве ложбин. Возделывание яровой пшеницы на почве северных склонов, а при влажных условиях и на почве ложбин приводит к снижению продуктивности культуры на 15-32%.

2. При засушливых погодных условиях влияние мезорельефа на продуктивность зерновых культур проявляется сильнее, чем при избытке влаги.

3. Мезорельеф влияет на технологические и посевные качества зерна пшеницы. При влажных погодных условиях на почве разных элементов мезорельефа формируется зерно, отличающееся по содержанию клейковины на один класс качества. Наиболее качественное зерно образуется на почве склона южной экспозиции. В условиях склонов северной экспозиции формируются семена с пониженной (на 19-23%) всхожестью.

Библиографический список

1. Бурлакова Л.М. Моделирование урожайности зерна яровой пшеницы в системе агроландшафтов / Л.М. Бурлакова, Е.М. Со // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. статей в 3 кн. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2007. Кн. 1. С. 49-51.
2. Едимейчев Ю.Ф. Пути совершенствования севооборотов и основной обработки почвы в агроландшафтах Восточной Сибири: автореф. дис. докт. с.-х. наук / Ю.Ф. Едимейчев. Красноярск, 2000. 37 с.
3. Система земледелия Красноярского края. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1982. 631 с.
4. Сурин Н.А. Селекция ячменя в Сибири / Н.А. Сурин, Н.Е. Ляхова / РАСХН. Сиб. отд-ние. НПО «Енисей». Новосибирск, 1993. 292 с.
5. Черемисинов Г.А. Распределение почв в Минусинской котловине в связи с рельефом и эрозионными процессами / Г.А. Черемисинов, З.И. Полежаева // Почвоведение. 1959. № 3. С. 80-86.
6. Сеницина И.А. Агроклиматология / И.А. Сеницина, И.А. Гольцберг, Э.А. Струнников. Л.: Гидрометеоздат, 1973. 342 с.
7. Зубаилова Г.И. Агрометеорологические показатели формирования урожая яровой пшеницы в лесостепной зоне Красноярского края: автореф. дис. канд. с.-х. наук / Г.И. Зубаилова. М., 1982. 16 с.