

Заключение. Таким образом, наши исследования выявили, что северный склон уступает в показателях структурности южному склону. Структурное состояние почвы на вершине южного склона и в середине - хорошее, в основании - удовлетворительное, а на всех частях северного склона - удовлетворительное.

По плотности почвы южный склон в верхней и средней частях немного превосходит северный. На северной экспозиции почва уплотняется сверху вниз по склону, и максимальный показатель зафиксирован в нижней части.

Библиографический список

1. Алтаева О.А. Агрохимические свойства каштановых почв склоновых агроландшафтов сухой степи Бурятии // О.А. Алтаева, А.П. Батудаев / Вестник Алтайского аграрного университета. – 2013. – № 6 (104). – С.28-32.
2. Батудаев А.П. Севообороты и плодородие почв Бурятии /А.П. Батудаев, В.Б. Бохиев, А.К. Уланов – Улан-Удэ: Изд-во ФГОУ ВПО БГСХА, 2004. – 224с.
3. Баздырев Г.И. Система земледелия - путь выхода из кризиса. / Г.И. Баздырев // Докл. ТСХА. – М.: МСХА, 1995. – Вып. 266. – С.9-19.
4. Вильямс В.Р. Почвоведение с основами земледелия. – М.: Сельхозгиз, 1939. – 447 с.
5. Качинский Н.А. Структура почвы. – М.: МГУ, 1963. – 89 с.

УДК 633.11 «321»: 631.559:631.5 (9(571.53))

М.В. Русакова, В.В. Житов, Р.В. Замашников, Е.И. Романчук
ФГБОУ ВПО «Иркутская ГСХА», Иркутск

ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ КОМПЛЕКСНОГО СОЧЕТАНИЯ УСЛОВИЙ ВЛАГО- И ТЕПЛОБЕСПЕЧЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ПРИАНГАРЬЯ

Ключевые слова: яровая пшеница, влагообеспеченность, теплообеспеченность, корреляционный анализ, оптимизация минерального питания, урожайность.

Рассмотрена зависимость урожайности яровой пшеницы за период с 2000 по 2011 г. от основных факторов жизни: теплообеспеченности, влагообеспеченности и уровня минерального питания в условиях лесостепи Приангарья. Отмечена корреляционная зависимость продуктивности яровой пшеницы по периодам вегетации на разных фонах минеральных удобрений, от комплексного сочетания условий влаго- и теплообеспеченности.

M. Rusakova, V. Zhitov, R. Zamashchikov, E. Romanchuk
FSBEI HPE «Irkutsk State Agricultural Academy», Irkutsk

DEPENDENCY OF SPRING WHEAT PERFORMANCE ON THE COMBINATION OF MOISTURE AND HEAT SUPPLIES IN THE FOREST-STEPPE OF THE ANGARA REGION

Key words: spring wheat, moisture supply, heat supply, correlation analysis, optimization of mineral nutrition, yield.

The article discusses the dependency of the spring wheat performance in 2000 – 2011 on the basic factors of life: heat supply, moisture supply and mineral nutrition levels in the forest – steppe of the Angara region. A correlation between productivity of spring wheat and the level of moisture and heat supplies was observed.

Введение. В условиях лесостепи Приангарья при возделывании яровой пшеницы определяющими в обеспечении законченного цикла развития и величины урожая являются три основных фактора жизни: теплообеспеченность, влагообеспеченность и обеспеченность элементами минерального питания [4].

Общепризнанная зависимость урожая полевых культур от климатических ресурсов является определяющей и выступает в качестве ключевого критерия в предпринятой попытке оценить возможные риски снижения и повышения урожая зерновых культур на основе статистического анализа устойчивости урожая яровой пшеницы в условиях лесостепи Приангарья. Результаты исследований по зависимости урожайности яровой пшеницы по чистому пару от климатических условий за период с 1981 по 2005 г. были опубликованы ранее [1, 2, 4].

Методика проведения исследований. Для выявления зависимости урожая яровой пшеницы от комплексного сочетания основных факторов жизни были проведены многолетние исследования с 2000 по 2011 г. в длительном стационарном опыте кафедры агроэкологии, агрохимии, физиологии и защиты растений,

где пшеницу возделывали по чистому пару. Ежегодно применяли минеральные удобрения по классической восьмерной схеме: 1. контроль (без удобрений) 2. N_{60} ; 3. P_{40} ; 4. K_{60} ; 5. $P_{40}K_{60}$; 6. $N_{60}P_{40}$; 7. $N_{60}K_{60}$; 8. $N_{60}P_{40}K_{60}$. Повторность опыта четырехкратная.

Для выяснения зависимости величины урожая яровой пшеницы были взяты данные по урожайности длительного стационарного опыта кафедры агроэкологии, агрохимии, физиологии и защиты растений с целью изучения корреляционной зависимости и величины урожая от комплексного сочетания условий влаго- и теплообеспеченности.

Длительные исследования показали крайнюю нестабильность урожая яровой пшеницы по годам в условиях лесостепи Приангарья по всем вариантам опыта (табл. 1).

Из данных таблицы видны очень резкие колебания урожайности по годам. При этом максимальная урожайность выше минимальной в большинстве вариантов почти в пять раз. Только в варианте, где вносились одни фосфорные или калийные удобрения, а также их сочетание, превышение в четыре раза.

Таблица 1 – Влияние удобрений на величину и устойчивость урожая яровой пшеницы за период с 2000 по 2011 г.

Варианты опыта	Урожайность т/га			Отношение $\frac{\min}{\max}$	Прибавка	
	min	max	средняя		в т/га	в %
Контроль	0.64	3.22	2.06	$\frac{1}{5.0}$	-	-
N60	0.71	3.66	2.35	$\frac{1}{5.2}$	0.29	14
P40	0.93	3.75	2.52	$\frac{1}{4.0}$	0.46	23
K60	0.89	3.77	2.44	$\frac{1}{4.2}$	0.38	19
P40K60	0.94	3.88	2.74	$\frac{1}{4.1}$	0.68	33
N60P40	0.93	3.88	2.60	$\frac{1}{4.2}$	0.54	27
N60K60	0.82	4.35	2.60	$\frac{1}{5.3}$	0.54	27
N60P40K60	0.81	4.21	2.77	$\frac{1}{5.2}$	0.71	35

Основной причиной неустойчивости урожая, согласно проведенными исследованиям [1, 3, 4, 5, 6, 7] в лесостепи Приангарья, являются складывающиеся климатические условия.

Для выяснения зависимости величин

урожая от уровня теплообеспеченности изучена корреляционная зависимость величины урожая от суммы положительных и активных температур по периодам вегетации (табл. 2).

Таблица 2 – Коэффициенты корреляции между суммой положительных и активных температур по периодам и урожаем яровой пшеницы по вариантам опыта

Варианты опыта	Условия теплообеспеченности в Иркутском районе											
	V		VI		VII		VIII		IX		V-IX	
	Σ положит. t_{ϕ}	Σ актив. t_{ϕ}	Σ положит. t_{ϕ}	Σ актив. t_{ϕ}	Σ положит. t_{ϕ}	Σ актив. t_{ϕ}	Σ положит. t_{ϕ}	Σ актив. t_{ϕ}	Σ положит. t_{ϕ}	Σ актив. t_{ϕ}	Σ положит. t_{ϕ}	Σ актив. t_{ϕ}
Контроль	-0.07	-0.52	-0.69	-0.69	0.38	0.38	-0.28	-0.16	-0.06	-0.02	-0.40	-0.44
N60	-0.30	-0.48	-0.71	-0.71	0.37	0.37	-0.32	-0.22	-0.10	-0.08	-0.42	-0.47
P40	-0.34	-0.59	-0.72	-0.72	0.35	0.35	-0.40	-0.24	0	0.04	-0.48	-0.53
K60	-0.37	-0.58	-0.67	-0.67	0.32	0.32	-0.35	-0.23	0.07	-0.05	-0.46	-0.51
P40K60	-0.35	-0.56	-0.77	-0.77	0.36	0.36	-0.35	-0.22	-0.10	-0.06	-0.48	-0.52
N60P40	-0.33	-0.51	-0.76	-0.76	0.35	0.35	-0.33	-0.23	-0.09	-0.12	-0.47	-0.51
N60K60	-0.35	-0.54	-0.68	-0.68	0.26	0.26	-0.37	-0.27	-0.21	-0.18	-0.49	-0.53
N60P40K60	-0.33	-0.52	-0.74	-0.74	0.35	0.35	-0.32	-0.22	-0.12	-0.09	-0.45	-0.50

Анализ таблицы 2 показывает высокую отрицательную зависимость в начале вегетации, а также от суммы положительных и активных температур за май-август. Однако, сумма температур в июле показывает положительную зависимость на величину урожая яровой пшеницы. Также следует заметить, что в варианте без удобрений и N60 теплообеспеченность в июле положительно повлияла на величину урожая. Это можно объяснить тем, что июль характеризуется достаточно высокой увлажненностью, и на этом фоне повышенная теплообеспеченность положительно повлияла на формирование продуктивности.

Анализируя полученные результаты, следует отметить общую закономерность: чем выше показатели теплообеспеченности, тем ниже урожай. Это объясняется тем, что с повышением уровня теплообеспеченности повышается испаряемость, и пшеница при относительно благоприятных условиях теплообеспеченности страдает от недостатка влаги.

Условия влагообеспеченности зерновых культур оказывают комплексное и

систематическое воздействие на урожайность и не поддаются общему измерению. Их эффект в каждом конкретном году можно определить лишь при сравнении многолетних данных урожайности. Ранее уже было отмечено, что главной причиной высоких колебаний уровня урожая яровой пшеницы по годам являются условия влагообеспеченности [1, 2, 3, 4]. Для подтверждения этого изучена корреляционная зависимость величины урожая от количества осадков за вегетационный период (табл. 3).

Из данных таблицы 3 прослеживается высокая корреляционная зависимость величины урожая от количества осадков в апреле – мае, в мае и июне. Также отмечена существенная положительная зависимость величины урожая от суммы осадков в апреле текущего периода + осенних осадков предыдущего года, из которых формируются осенние запасы влаги в почве.

Оптимизация минерального питания несколько снизила зависимость величины урожая от количества осадков в начале вегетации. При одностороннем вне-

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции между уровнем осадков по периодам и урожаем яровой пшеницы по вариантам опыта

Варианты опыта	Количество осадков в мм. по периодам							
	IV-V	V	VI	VII	VIII	IX-X пред. года	IV-VIII	IV+IX-X пред. года
Контроль	0.65	0.66	0.74	0.38	0.38	0.41	0.07	0.46
N60	0.65	0.71	0.68	0.39	0.38	0.44	0.03	0.45
P40	0.50	0.58	0.68	0.38	0.35	0.40	0.01	0.38
K60	0.61	0.66	0.73	0.35	0.39	0.43	0.06	0.45
P40K60	0.60	0.67	0.72	0.36	0.44	0.45	0.02	0.45
N60P40	0.59	0.67	0.68	0.43	0.39	0.42	0.02	0.42
N60K60	0.60	0.69	0.68	0.39	0.35	0.45	0.03	0.43
N60P40K60	0.59	0.68	0.68	0.39	0.44	0.46	0.03	0.45

сении азотных удобрений выявлена наибольшая зависимость продуктивности яровой пшеницы от уровня осадков, а в вариантах с фосфорно-калийными удобрениями P40, N60P40 и N60P40K60 наблюдается ее снижение. Следовательно, оптимизация питания позволяет более продуктивно использовать запасы влаги, когда они в дефиците.

В условиях Приангарья, согласно проведенным исследованиям, урожай зерновых культур в значительной мере зависит от количества осадков в мае и июне. Во второй половине лета зерновые обычно не испытывают недостатка во влаге. К тому же обильные осадки в период от колошения до созревания ча-

сто приводят к снижению величины урожая и качества зерна.

Изучение корреляционной зависимости урожая яровой пшеницы от комплексного сочетания влаго- и теплообеспеченности в исследуемый период представлено в таблице 4.

По данным таблицы 4 можно отметить, что высокая корреляционная зависимость урожая яровой пшеницы от комплексного сочетания факторов – влаго- и теплообеспеченности наблюдается в мае и июне. Отсюда можно сделать вывод, что в годы с умеренной влагообеспеченностью и оптимальной теплообеспеченностью можно получать высокие урожаи яровой пшеницы.

Таблица 4 – Коэффициенты корреляции между условиями влаго- и теплообеспеченности и урожаем яровой пшеницы по вариантам опыта

Варианты опыта	V			VI			VII			VIII			За вегетацию		
	∑ положит. t°	∑ эффект. t°	∑ актив. t°	∑ положит. t°	∑ эффект. t°	∑ актив. t°	∑ положит. t°	∑ эффект. t°	∑ актив. t°	∑ положит. t°	∑ эффект. t°	∑ актив. t°	∑ положит. t°	∑ эффект. t°	∑ актив. t°
Контроль	0.75	0.67	0.82	0.82	0.72	0.84	0.42	0.50	0.61	0.48	0.62	0.64	0.28	0.48	0.52
N60	0.79	0.70	0.83	0.76	0.66	0.77	0.42	0.50	0.59	0.48	0.61	0.61	0.25	0.47	0.48
P40	0.69	0.63	0.81	0.78	0.69	0.83	0.43	0.54	0.67	0.47	0.64	0.69	0.29	0.52	0.59
K60	0.78	0.70	0.85	0.84	0.73	0.86	0.43	0.53	0.65	0.53	0.67	0.70	0.34	0.53	0.58
P40K60	0.78	0.72	0.85	0.82	0.74	0.84	0.43	0.57	0.64	0.55	0.73	0.71	0.31	0.57	0.56
N60P40	0.77	0.70	0.82	0.77	0.69	0.78	0.47	0.56	0.63	0.50	0.66	0.65	0.27	0.52	0.51
N60K60	0.79	0.73	0.85	0.78	0.70	0.80	0.45	0.56	0.63	0.49	0.66	0.64	0.31	0.55	0.54
N60P40K60	0.78	0.71	0.83	0.77	0.69	0.79	0.44	0.55	0.62	0.54	0.70	0.68	0.27	0.53	0.52

Если рассматривать уровень увлажненности по годам, то за исследуемый период (с 2000 - 2011 гг.) было отмечено, что из 12 лет 5 лет характеризуются

очень засушливыми майскими периодами, 3 года – недостаточно увлажненными и засушливыми, 4 года – избыточно увлажненными и влажными. В июне за

исследуемый период пять лет характеризуются избыточно влажными, три года – влажными и недостаточно увлажненными, четыре года – засушливыми и очень засушливыми. Отсюда можно сделать вывод, что в условиях Приангарья максимальное количество засушливых лет отмечается в мае, избыточно влажных – в июне.

Заключение. При относительно благоприятной суммарной теплообеспеченности за вегетационный период недостаток или избыток тепла в отдельные фазы развития, оказывают отрицательное влияние на продуктивность растений. Ограничивающим фактором получения высокого урожая яровой пшеницы в условиях лесостепи Приангарья является количество осадков в мае и первой половине июня. При весенне-летней засухе необходимо уделить особое внимание оптимизации фосфорно-калийного питания. Это позволит существенно повысить величину возможного урожая.

Библиографический список

1. Дмитриев Н.Н. Влагообеспеченность и уровень урожая зерновых культур в лесостепи Прибайкалья / Н.Н. Дмитриев // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – №12. – С. 27-29.
2. Дмитриев Н.Н. Эффективность минеральных удобрений на фоне их длительно-

го внесения при возделывании яровой пшеницы / Н.Н. Дмитриев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – Новосибирск: Наука, 2008. – №8. – С. 31-33.

3. Дыня Я.М. Влияние почвенно-климатических условий и уровня удобренности на устойчивость урожая яровой пшеницы в условиях лесостепи Приангарья / Я.М. Дыня, М.В. Русакова, В.В. Житов // Актуальные вопросы аграрной науки. – Иркутск: ИрГСХА, 2012. – № 5. – С. 5-10.

4. Дыня Я.М. Проблемы устойчивости производства продовольственного зерна в условиях лесостепи Приангарья / Я.М. Дыня, Р.В. Замащиков, М.В. Русакова, В.В. Житов // Материалы междунар. научно-практической конф., посвященной 110-летию со дня рождения А.М. Казанского. – Иркутск: ИрГСХА, 2012. – С. 17- 23.

5. Житов В.В. Агрохимия в условиях Юга Восточной Сибири / В.В. Житов, А.А. Долгополов, Н.Н. Дмитриев – Иркутск: ИрГСХА, 2003. – 336 с.

6. Житов В.В. Погодные условия и эффективность минеральных удобрений под зерновые культуры в лесостепи Приангарья / В.В. Житов, А.А. Долгополов, Н.Н. Дмитриев, А.К. Хаданов. – Иркутск: ИрГСХА, 2006. – 228 с.

7. Мальцев В.Т. Погодные условия и эффективность применения удобрений / В.Т. Мальцев // Тр. междунар. конференции «Севообороты, ресурсосберегающие технологии и воспроизводство плодородия почв в адатипно-ландшафтном земледелии Приангарья». – Иркутск: ИрГСХА, 2005. – С. 165-167.