



ЭКОЛОГИЯ

УДК 631.6:630;266:556.124.2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СНЕЖНОЙ МЕЛИОРАЦИИ В СУХОСТЕПНОЙ, СТЕПНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНАХ

П. Н. Гришин, С. И. Пряхина*, П. В. Тарасенко, В. И. Губов

Саратовский государственный аграрный университет

*Саратовский государственный университет

E-mail: kaf-zem@mail.ru

На основе пятилетних (2005–2009 гг.) исследований снеготтоложения и биотестирования территории снегового шлейфа от полезащитных лесных полос в различных почвенно-климатических зонах была определена взаимосвязь мощности снежного покрова с продуктивностью озимой пшеницы и даны рекомендации по проведению снегозадержания.

Ключевые слова: снеготтоложение в шлейфовой зоне полезащитных лесных полос, озимая пшеница, биотестирование, почвенно-климатические зоны.

Snow Melioration Efficiency Definition in Different Soil-climatic Areas

P. N. Grishin, S. I. Pryakhina, P. V. Tarasenko, V. I. Gubov

On the base of five-year studies (2005–2009) of snow accumulation and biotesting of snow tail territory from field protecting forest belts in various soil climatic zones interrelation between snow cover with winter wheat was defined in the article. The author gave recommendations on snow retarding optimizations.

Key words: snow sediment in the planer area of the forest protecting field, winter wheat, biotesting, soil climatic zones

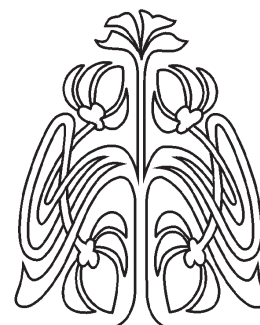
Введение

Снежный покров имеет большое значение для сельского хозяйства. На долю зимних осадков приходится до 30% годовой нормы. Сформированные с их помощью весенние влагозапасы почвы занимают в общем расходе воды на формирование урожая зерновых культур в период влажного лета до 42%, в период засушливого – до 75% [1]. Поэтому потеря (до 50%) зимних ресурсов влаги для хозяйств – упущенная прибыль (до 3–5 ц/га зерна) [2].

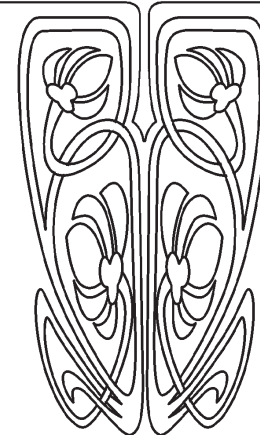
Во время метелей снег начинает перемещаться при скорости ветра 2,5–3,0 м/с. При 7–8 м/с сдувается и переносится на высоте 0,1–0,2 м до 90–95% снега.

Изменение климата уменьшило высоту снежного покрова на 6–7 см [3]. В итоге, традиционно используемые для снегозадержания снегопахи, на фоне небольшого (до 0,15 м [4]) снежного покрова для большинства сухостепных районов стали неэффективны. Наилучший способ снегозадержания в этих условиях – стерня и кулисы [2, 4–7].

Увеличение мощности снежного покрова в различных почвенно-климатических зонах должно ограничиваться определенными



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





параметрами. Известно, что оптимальная влагообеспеченность почвы улучшает её плодородие и повышает урожайность возделываемых культур. И наоборот, перенасыщение почв талыми водами ухудшает их тепловую и питательный режимы (за счет вымывания нитратов), снижает количество и качество произведенной растениеводческой продукции. Поэтому весьма актуальны исследования взаимосвязи мощности снегового покрова с урожайностью культур и определение наиболее оптимальных значений.

Цели, задачи и методика исследований

Целью данных исследований было изучение взаимосвязи снегоотложения и продуктивности озимой пшеницы в сухостепной, степной и лесостепной зонах Саратовской (7 микрозон), Тамбовской (Кирсановский р-н) и Пензенской (Мокшанский р-н) областей.

Достижение этой цели путем традиционной закладки опытов с кулисами в указанных районах не представлялось возможным из-за их массовости, географической разбросанности и невозможности влиять на изменение мощности снегового покрова в необходимом диапазоне.

Наиболее подходящие условия для проведения такого рода исследований складывались в производственных посевах озимой пшеницы,

возделываемой в зоне влияния полезащитных лесных полос (ПЗЛП). С заветренной стороны от ПЗЛП всегда образуется снежный шлейф, имеющий необходимые для исследований показатели изменения мощности снежного покрова.

Знание особенностей снегоотложения снежного шлейфа в зоне влияния лесных полос различной конструкции позволяет решать следующие задачи:

- изучить взаимосвязь мощности снежного покрова с продуктивностью озимой пшеницы в агроландшафтах сухостепной, степной и лесостепной зон;
- определить оптимальные параметры снежного покрова в различных почвенно-климатических зонах для формирования максимальной урожайности озимой пшеницы.

Для осуществления поставленных задач использовался (вследствие доступности, экспрессивности и надежности полученных результатов [8]) метод фитометрического тестирования территории, сопровождаемый отбором и тщательным анализом растительных образцов.

Основываясь на статистическом материале ([9] + собственные замеры) были определены закономерности снегоотложения в шлейфовой зоне ПЗЛП различной ветропроницаемости в виде уравнений регрессии (табл. 1).

Таблица 1

Взаимосвязь снегоотложения в межполосном пространстве лесных полос различной конструкции с удаленностью от ПЗЛП

Конструкция ПЗЛП	Уравнение ($n = 7$)	r	R^2	t_{ϕ}	t_{05}
Плотная	$y^* = 60,056x^{-0,239}$	0,973	0,947	9,5	2,57
Ажурная	$y = 103,86x^{-0,376}$	0,991	0,982	16,5	2,57
Продуваемая	$y = 91,267x^{-0,295}$	0,952	0,906	6,9	2,57

Примечание. y^* – снегоотложение, см; x – расстояние от ПЗЛП, в высотах.

Полученные результаты легли в основу разработки схемы для биотестирования шлейфовой

зоны снегоотложения от ПЗЛП в различных почвенно-климатических зонах (табл. 2).

Таблица 2

Схема отбора почвенных и растительных образцов при биотестировании шлейфовой зоны снегоотложения от ПЗЛП

Вариант снегоотложения (СО), %, относительно естественного фона	Расстояние от ПЗЛП различной конструкции, Н*		
	Плотная	Ажурная	Продуваемая
1. Контроль (естественный фон)	25	33	42
2. Фон + 30% СО	8	16	29
3. Фон + 60% СО	4	9	16
4. Фон + 100% СО	2	5	7

Примечание. *Н – проектная высота лесной полосы.



Согласно указанной схеме биотестирование параметров снежной мелиорации проводилось (из-за преимущественно юго-восточного и юго-западного направления ветров) с заветренной северной стороны лесных полос различной конструкции по 4 вариантам: 1) контроль (естественный фон); 2) фон + 30% СО относительно фона; 3) фон + 60% СО; 4) фон + 100% СО.

Местоположение опытных участков, находящихся на плакорно-равнинном агроландшафте, определялось весной после визуальной оценки состояния озимой пшеницы и однородности почвенных условий. Все почвы опытных участков были глинистыми (легко-, средне- и тяжело-).

Исследования проводились согласно общепринятым методикам (Роде, 1969; Доспехов, 1985).

При установлении мощности снегового покрова в районах Саратовской области и за её пределами наряду с собственными данными использовались данные ФГУ «Саратовский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды».

Плотность снегового покрова определялась во 2–3-й декадах февраля.

Наблюдение за влажностью почвы (0–1,0 м, повторность – 3-кратная) проводилось в II–III

декаде апреля и во время уборки урожая озимой пшеницы.

Для биотестирования зон снегоотложения с вариантов ($2 \text{ м} \times 20 \text{ м} = 40 \text{ м}^2$), расположенных параллельно ПЗЛП, рендоминизировано отбиралось по 16 снопов озимой пшеницы с площадок $0,25 \text{ м}^2$. Эти снопы рендоминизировано распределялись на 4 группы. Полученные данные в каждой группе суммировались и затем подвергались математической обработке.

При разборе снопов определялись фитометрические показатели (высота, масса растений) и структура урожая (количество стеблей, количество колосьев, количество колосков в колосе, количество зерна в колосе, масса колосьев, масса зерна с 1 м^2 (в том числе при 14% влажности), масса 1000 зерен).

Результаты и их обсуждение

Анализ полученных данных показал, что география снегоотложения, запасов воды в снеге и почвенных влагозапасов весной на территории, превышающей 500 км, подчиняется определенным закономерностям, позволяющим выразить их в виде уравнений регрессии (табл. 3).

Таблица 3

Зависимость территориальной влагообеспеченности Саратовской области в направлении с юго-востока на северо-запад

У	Уравнение	n	r	R ²	t _ф	t ₀₅
Мощность снежного покрова, см	$y = 0,0451x^* + 15,95$	10	0,898	0,806	7,95	2,31
Запасы воды в снеге, мм	$y = 0,939x^{**} + 43,922$	10	0,878	0,771	7,14	2,31
Продуктивные влагозапасы в почве, м ³ /га	$y = 0,0005x^{**2} + 1,6888x + 1241$	4	0,993	0,986	12,4	4,43

Примечание. x^* – расстояние от р/п Ал-Гай (полупустыня) до определяемого участка, км; x^{**} – расстояние от р/п Питерка (сухая степь) до определяемого участка, км.

Было выявлено, что снежная мелиорация на оптимальных фонах повышала количество доступных влагозапасов в 0–1,0 м слое почвы в сухостепной, степной и лесостепной зонах на территории Саратовской и Тамбовской областей соответственно на 251, 151, 131 и 115 м³/га, или на 18, 10, 8 и 6%.

Анализ фитометрических показателей и структуры урожая озимой пшеницы показал, что различное местоположение посевов относительно почвенно-климатических зон и снежная мелиорация оказывали заметное влияние на изменение биотестовых показателей (табл. 4).

Отмечалось, что по мере удаления посевов озимых от сухой степи до лесостепных районов

повышалась высота растений, их масса, количество общих и продуктивных стеблей, масса и количество зерна с 1 колоса, масса 1000 зерен и биологическая урожайность пшеницы.

Однако существенная корреляционная связь ($t_{\text{факт}} > t_{\text{теор}}$) местоположения озимой пшеницы относительно почвенно-климатических зон фиксировалась по 3 показателям: массе растений, количеству продуктивных стеблей и биологической урожайности зерна (табл. 5).

Эффективнее всего снежная мелиорация повышала продуктивность озимой пшеницы в сухостепной зоне (на 49%), менее – в черноземной степи (на 38%) и совсем незначительно (на 14–15%) – в лесостепной зоне.



Таблица 4

Влияние снежной мелиорации на показатели продуктивности озимой пшеницы в различных почвенно-климатических условиях, в среднем за 2005–2009 гг.

Снегоотложение		Высота растений, см	Масса растений, г/м ²	Количество стеблей, шт./м ²		Биологическая урожайность зерна	
% относительно естественного фона	см			всего	в том числе продуктивных	г/м ²	НСР ₀₅
Саратовская область, левобережная сухая степь							
0	24	60,6	608	464	408	237,3	6,84
30	31	64,3	629	478	421	252,4	
60	38	64,6	774	544	434	298,8	
100	48	70,0	828	580	474	354,6	
Саратовская область, правобережная черноземная степь							
0	28	73,5	769	532	416	284,1	8,09
30	36	76,1	945	539	429	331,2	
60	45	77,8	962	548	438	357,8	
100	56	80,1	1017	553	405	393,6	
Саратовская область, лесостепь							
0	32	85,8	909	530	435	382,0	7,86
30	42	88,8	997	545	448	404,8	
60	51	90,0	1082	556	457	439,9	
100	64	90,8	1072	474	418	435,5	
Тамбовская, Пензенская области, лесостепь							
0	38	93,5	1309	718	594	559,8	9,05
30	49	99,8	1536	701	617	642,7	
60	61	104,5	1558	679	585	636,1	
100	76	99,1	1242	504	521	506,8	

Таблица 5

Зависимость показателей продуктивности озимой пшеницы от местоположения на территории от сухой степи Саратовской области до лесостепи Тамбовской и Пензенской областей

У		Уравнение (n = 4)	r	R ²	t _φ	t ₀₅
Масса растений, г/м ²		$y = 0,003x^2 + 0,5161x + 614,23$	0,998	0,996	22,7	4,3
Количество продуктивных стеблей, шт./м ²		$y = 0,002x^2 - 0,3551x + 412,41$	0,990	0,982	10,4	4,3
Биологическая урожайность зерна, г/м ²	Контроль	$y = 0,0017x^2 + 0,1513x + 235,65$	0,999	0,999	45,4	4,3
	Снежная мелиорация	$y = 0,0021x^2 + 0,1535x + 358,81$	0,995	0,991	15,1	4,3

Примечание. x** – расстояние от р/п Питерка (сухая степь) до определяемого участка, км.

В каждой почвенно-климатической зоне озимая пшеница по-разному реагировала на увеличение мощности снежного покрова.

Например, оптимизация условий в период кущения – начала выхода в трубку озимой пшеницы влияла на формирование колосковых бугорков в органогенезе и отражалась в дальнейшем на количестве стеблей с колосьями.

Улучшение водного и питательного режимов почвы в период активного роста, развития и на-

копления биомассы пшеницы сказывалось на высоте и массе растений. О влагообеспеченности периода формирования и налива зерна свидетельствовала взаимосвязь показателей структуры урожая и продуктивного стеблестоя (с учетом его изменения в ранние этапы).

Биологическая урожайность зерна – показатель итоговой оценки эффективности снежной мелиорации в различных почвенно-климатических зонах.



Проведенные корреляционный, регрессионный и дисперсионный анализы биологической урожайности озимых определили существенную ее взаимосвязь с показателями снегоотложения

в различных почвенно-климатических условиях и позволили установить оптимальные значения мощности снежного покрова в каждой зоне (табл. 5, 6).

Зависимость урожайности зерна (у) озимой пшеницы от мощности снежного покрова (х*) в различных почвенно-климатических зонах

Таблица 6

У, г/м ²		Уравнение (n = 4)	r	R ²	t _ф	t ₀₅
Саратовская обл.	Сухая степь	$y = 0,09x^2 - 1,27x + 211,0$	0,981	0,964	7,3	4,3
	Черноземная степь	$y = -2,75x^2 + 49,45x + 238,7$	0,997	0,994	17,5	4,3
	Лесостепь	$y = -0,073x^2 + 8,83x + 171,6$	0,968	0,937	5,4	4,3
Тамбовская, Пензенская обл., лесостепь		$y = -0,322x^2 + 35,19x - 312,0$	0,999	0,999	45,4	4,3

Примечание. *Пределы высоты снежного покрова – сухая степь – 24–48; черноземная степь – 28–56; лесостепь Саратовская обл. – 32–62; лесостепь Тамбовская и Пензенская обл. – 38–76 см.

Было выявлено, что на глинистых почвах в сухой степи допустимо увеличение мощности снежного покрова до 60 см, в черноземной степи – до 50 см, в лесостепи Саратовской и Тамбовской областей – до 45 и 40 см.

Из этой информации следует, что в сухостепной зоне снегозадержание (с помощью кулисных паров, высокой стерни и стерневых кулис [2]) наиболее целесообразно.

В черноземной степи для более точного регулирования мощности снежного покрова

лучше всего подходит поделка снежных валов. Пределы наращивания снежного покрова определяются исходя из особенностей агроландшафта. С этой целью, при учете рекомендаций других ученых [10, 11] – коэффициент учета влажности метрового слоя в осенний период; [12, 13] – коэффициент учета крутизны склонов, учет гранулометрического состава) для степной зоны Саратовского Правобережья были разработаны следующие уравнения регрессии (табл. 7).

Допустимая мощность снежного покрова (У) в черноземно-степной зоне в зависимости от уклона местности (Х*) и гранулометрического состава

Таблица 7

Гранулометрический состав	Уравнение регрессии (n = 4, t _ф > t _т)	R ²
Глинистый	$Y = (50,51 - 0,0676x^2 - 3,014x) K^{**}$	0,997
Суглинистый	$Y = (49,84 - 0,9508x^2 - 0,138x) K^{**}$	0,983
Супесчаный	$Y = (55,21 + 0,1910x^2 - 4,662x) K^{**}$	0,919

Примечание. Х* – уклон местности в пределах значений от 0,3 до 3 град. К** – коэффициент поправки на количество осенних запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы: при 30–40 мм – 1,0; 50–60 мм – 0,85; 80–90 мм – 0,69.

Что касается лесостепной зоны, то здесь выпадает достаточное количество осадков. Высокая порозность корнеобитаемого слоя и подстилающих пород способствует проникновению талых вод на глубину до 2 и более метров. В этих условиях использование снежной мелиорации нецелесообразно.

Выводы

Биотестирование условий снегоотложения в различных почвенно-климатических зонах показало эффективность полей защитных лесных полос. С их помощью было выявлено, что дву-

кратное увеличение мощности снежного покрова в сухой степи не лимитирует повышение продуктивности озимой пшеницы. В черноземной степи мощность снежного покрова не должна превышать оптимальных значений, определяемых с помощью уравнений регрессии. В лесостепной зоне применение снежной мелиорации нецелесообразно.

Список литературы

1. Курдюков Ю. Ф., Возняковская Ю. М., Лоцинина Л. П., Азизов З. М., Попова Ж. П. Пути регулирования экологического состояния почвы в агроценозе //



- Проблемы и пути преодоления засухи в Поволжье : науч. труды : в 2 ч. Ч. II. Саратов, 2000. С. 95–121.
- Яровая пшеница / под общ. ред. А. И. Бараева. М., 1978. 429 с.
- Иванов Г. Ф., Левицкая Н. Г. Динамика снежного покрова и промерзания в условиях современного изменения климата на примере Саратова / Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. 2007. Т. 7. Сер. Науки о Земле, вып. 2. С. 7–11.
- Кряжков В. М., Жук А. Ф., Спирин А. П. Технические проблемы влагосбережения в земледелии // Земледелие. 1990. № 1. С. 46–57.
- Соколов Н. М. Обоснование параметров гребнестерневых кулис, образуемых почвообрабатывающим орудием ОП-3С // Вестн. Сарат. гос. агроун-та им. Н. И. Вавилова. 2010. № 11. С. 59–62.
- Чирков Ю. И. Агрометеорология. Л., 1986. 362 с.
- Шугуров А. И. Технология больших возможностей. Пенза, 2003. 37с.
- Петрова Л. Н. Система биологического тестирования агроландшафтов // Плодородие. 2007. № 6. С. 17–19.
- Разаренов А. И. Исследование роста и мелиоративной эффективности ползащитных лесных полос в Саратовском Правобережье : дис. ... канд. с.-х. наук. Саратов, 1978. 249 с.
- Бакаев Н. М., Васько И. А. Правильно вести снегозадержание // Земледелие. 1983. № 12. С. 22–23.
- Бакаев Н. М., Васько И. А. Расчет необходимой мощности снежного покрова // Земледелие. 1990. № 11. С. 59–60.
- Азаров Н. К. Дифференцировать снегонакопительные мероприятия с учетом рельефа территории // Земледелие. 1987. № 2. С. 12–15.
- Азаров Н. К. Дифференцировать накопление снега на полях // Земледелие. 1992. № 1. С. 35–37.

УДК 574.5

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ РЕКИ ВОЛГИ

О. Н. Торгашкова, Н. С. Воловик

Саратовский государственный университет
E-mail: torgaschkova88@mail.ru

Проведена комплексная оценка степени загрязнения водной среды некоторых участков реки Волги в пределах Саратовской области методами гидрохимического и биоиндикационного анализа. Определены индексы загрязнения воды и установлены классы качества водной среды

Ключевые слова: водная среда, качество воды, река Волга, загрязнение, биоиндикация.

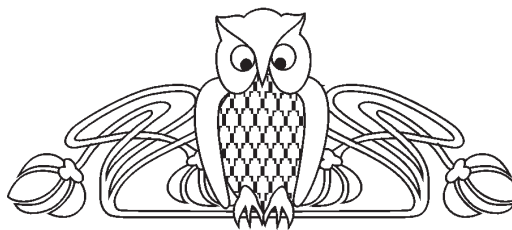
The Complex Assessment of Exent of Water Pollution of the River Volga

O. N. Torgashkova, N. S. Volovik

The complex assessment of the extent of water pollution of some sections of the river Volga in the Saratov region is conduct by methods of hydrochemical and bioindication analysis. The water pollution indices and classes of water quality are defined.

Key words: aquatic environment, water quality, the river Volga, pollution, bioindication.

Водные объекты являются одной из важнейших экологически значимых составных частей экосистем и изучаются как при проведении комплексных экологических исследований, так и в качестве самостоятельного объекта при при-



родоохранных исследованиях. Комплексный подход к экологическим исследованиям предполагает изучение и описание таких основных абиотических составляющих экосистем, как климат, почвы, рельеф и др. Все эти параметры являются важными факторами, определяющими внешний облик той или иной экосистемы, а также внутренние закономерности ее функционирования. Во всех развитых регионах в настоящее время наблюдается усиление антропогенного воздействия на водные экосистемы, что вызывает изменения в механизме их функционирования и приводит к снижению способности к возобновлению биологических ресурсов водоёмов. Загрязняющие вещества, попадая в водоёмы, приводят к качественным изменениям воды, которые в основном проявляются в изменении физических свойств и химического состава воды, в наличии плавающих веществ на поверхности воды и откладывании их на дне водоёмов [1]. Химический анализ природных сред дает относительную оценку их состояния, что объясняется ограниченными возможностями лабораторных