



УДК 631.6:631.4.004.12 (571.15)

В.В. Вольнов, А.В. Бойко
V.V. Volnov, A.V. Boyko

ВЛИЯНИЕ СНЕЖНОЙ МЕЛИОРАЦИИ НА ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ, АГРОФИЗИЧЕСКИХ И ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ

SNOW MELIORATION EFFECT ON THE CHANGE OF AGROCHEMICAL, AGROPHYSICAL AND HYDROPHYSICAL PROPERTIES OF SOILS

Ключевые слова: снежная мелиорация, показатели свойств почвы, плотность, агрохимические, агрофизические, наименьшая влагоемкость, максимальная гигроскопичность, влажность завядания, диапазон активной влаги, лесные полосы.

Приёмы снежной мелиорации являются важнейшими элементами сибирского земледелия. В 70-80-е годы прошлого столетия с разработкой и внедрением в производство почвозащитного земледелия снежная мелиорация расценивалась как необходимый элемент системы в производстве сельскохозяйственной продукции. Поэтому были разработаны приёмы, позволяющие более продуктивно использовать осадки зимнего периода. В настоящее время активно ведётся поиск в направлении разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия, ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур. При этом использование приёмов снежной мелиорации в этих технологиях не потеряло свою актуальность. Разработанные приёмы снежной мелиорации позволяют улучшить увлажнение почвы за счет более полного использования осадков зимнего периода и повысить продуктивность сельскохозяйственных культур. Доказана их эффективность, однако к настоящему времени мало сведений в научной литературе о влиянии снежной мелиорации на плодородие почвы. В связи с этим возникла необходимость изучения этого вопроса. Исследования проводились в лесомелиоративном стационаре, заложенном на территории ОПХ им. В.В. Докучаева АНИИСХ в 1972 г. До закладки лесомелиоративного стационара снежный покров на поле распределялся равномерно. После посадки лесных полос и их роста появилась дифференциация участков поля по снегонакоплению и увлажнению почвы, которая проявлялась в течение 35 лет. В лесной полосе, заветренной её зоне, на расстоянии 30 м от лесной полосы высота снежного покрова достигала 58-76 см, с запасами воды в снеге 145-190 мм и запасами влаги почвы перед посевом 171-211 мм. На контроле (поле без лесных полос) высота снега была в пределах 15-20 см с запасами воды в снеге 36-55 мм и запасами влаги в почве не

более 140 см. Подобная закономерность наблюдалась ежегодно. При длительном воздействии снежной мелиорации произошли накопление органического вещества в почве, выщелачивание в нижних горизонтах. Глубина вскипания карбонатов опустилась с 63 до 88-90 см. Агрохимические показатели: рН солевой и водной вытяжки, состав поглощённых оснований, подвижные формы NPK, общий азот не выделяются в каких-либо вариантах. Содержание агрономически ценных агрегатов в слое 0-30 см почвы размером 0,25-10 мм под влиянием длительного увлажнения увеличилось на 8,5-11,2%. Водно-физические свойства выщелоченного чернозема изменяются под влиянием снежной мелиорации по показателям наименьшей влагоемкости и диапазону активной влаги в сторону их увеличения на 11 и 7 мм соответственно.

Keywords: snow melioration, soil density, agrochemical and agrophysical soil properties, minimum moisture capacity, maximum hygroscopic moisture, wilting point, available moisture range, windbreaks.

Snow melioration techniques are essential elements of Siberian agriculture. The techniques of more efficient use of winter precipitation were developed in the 1970s and 1980s. Those techniques are topical for the contemporary adaptive-landscape cropping systems and resource-saving crop cultivation technologies. Despite the proved effectiveness of snow melioration techniques, there is little evidence in the literature on the effect of snow melioration on soil fertility. The research has been conducted at the permanent forest melioration study area of the Altai Research Institute of Agriculture since 1972. Before setting the study area, the snow on the field was evenly distributed. Upon planting and growth of windbreaks the differentiation of the plots of the field by snow accumulation and soil moisture was revealed, and it was monitored for 35 years. In the windbreak and in its leeward side within 30 m from the windbreak the snow cover depth reached 58-76 cm, with water storage in snow of 145-190 mm, and soil moisture storage prior to sowing of 171-211 mm. In the control (a field without windbreaks) the snow cover depth was in the range of 15-20 cm with snow

water storage of 36-55 mm and soil moisture storage up to 140 cm. A similar pattern was observed every year. The long-term snow melioration effect resulted in soil organic matter accumulation and leaching in the lower horizons. The depth of carbonate effervescence went down from 63 cm to 88-90 cm. The agrochemical properties as salt extract pH and water extract pH, the composition of absorbed bases, NPK mobile forms, and total nitrogen did not differ much

in any plot. The content of agronomically valuable aggregates sized 0.25-10 mm in 0-30 cm soil layer increased by 8.5-11.2% under the long-term moistening. Under the effect of snow melioration the hydrophysical properties of leached chernozem increasingly changed in terms of the field capacity and the available moisture range by 11 mm and 7 mm respectively.

Вольнов Виктор Васильевич, д.с.-х.н., вед. н.с., Алтайский НИИСХ Россельхозакадемии, г. Барнаул. Тел.: (3852) 49-62-30; 960-945-7478. E-mail: aniish@mail.ru.

Бойко Александр Владимирович, к.с.-х.н., ст. преп., каф. мелиорации и рекультивации земель, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-84-11; 913-245-0934. E-mail: melioratsii@yandex.ru.

Volnov Viktor Vasilyevich, Dr. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Altai Research Institute of Agriculture of Rus. Acad. of Agr. Sci., Barnaul. Ph.: (3852) 49-62-30. E-mail: aniish@mail.ru.

Boyko Aleksandr Vladimirovich, Cand. Agr. Sci., Asst. Prof., Chair of Land Reclamation and Re-Cultivation, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-11; 913-245-0934. E-mail: melioratsii@yandex.ru.

Введение

Приёмы снежной мелиорации являются важнейшими элементами земледелия в Сибири. На возможность бороться с засухой при помощи снегозадержания впервые указывал ещё А.Н. Шишкин в позапрошлом столетии [1].

В 70-80-е годы прошлого столетия вопросы снежной мелиорации были достаточно изучены, разработаны приемы снегонакопления в почвозащитном земледелии, позволяющие повышать урожайность сельскохозяйственных культур за счет использования зимних осадков [2, 3].

В настоящее время при применении адаптивно-ландшафтных систем земледелия ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур актуальность снежной мелиорации не потеряла своего значения, особенно в засушливых условиях степи и лесостепи Алтайского края [4].

Наряду с улучшением влагообеспеченности растений, снежные мелиорации оказывают существенное влияние и на плодородие почвы. Однако эти вопросы для условий Западной Сибири мало освещены в научной литературе.

Цель работы – изучить влияние снежной мелиорации на элементы плодородия выщелоченного чернозема.

Задачи исследований:

- 1) провести закладку полевых опытов с различными вариантами увлажнения почвы талыми водами в период снеготаяния;
- 2) установить влияние дополнительного увлажнения почвы осадками зимнего периода на агрофизические, агрохимические и водно-физические свойства почвы.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились в лесомелиоративном стационаре, заложенном на территории ОПХ им. В.В. Докучаева АНИИСХ в 1972 г., представленным системой 1-5-рядных продуваемых лесных полос из березы и 6-рядных непродуваемых полос плотной конструкции из клёна, расположенных через 200 м поперек основного направления ветра на равнинной территории. Пашня находится в сельскохозяйственном использовании с 1958 г. Основной возделываемой на ней культурой была яровая пшеница.

На опытных площадках выделенных вариантов были выполнены почвенные разрезы и отобраны образцы. Свойства почвы изучались общепринятыми методами [5].

Объектами исследований являлись лесные полосы ажурной, плотной конструкции и почва – чернозём выщелоченный маломощный среднесуглинистый.

Неравномерность в распределении снежного покрова на облесённом поле позволила выделить участки с повышенным снегонакоплением. В лесной полосе, заветренной зоне, на расстоянии 30 м от лесной полосы высота снежного покрова достигала 58-76 см, запасы воды в снеге составили 145-190 мм, в центральной части (100-110 м от лесной полосы) – 40 см с запасами воды в снеге 100 мм. На контроле (поле без лесных полос) высота снежного покрова была в пределах 15-22 см с запасами воды в снеге 36-55 мм.

Запасы влаги в почве на заветренной стороне лесной полосы (л/п) и центральной части межполосного поля были выше, чем на контроле. Особенно значительная разница по увлажнению почвы наблюдалась после схода снежного покрова, достигавшая 31-71 мм (табл. 1).

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см в зависимости от экологических зон лесных полос (2003-2007 гг.), мм

Экологическая зона лесной полосы	Уборка 1-10.09	Перед уходом в зиму 25-30.10	После схода снега 20-25.04	Перед посевом 20-25.05
Контроль (без л/п)	68	76	140	125
В лесной полосе, заветренная опушка в 30 м от л/п	83	95	211	154
Центральная часть межполосного поля 100-110 м от л/п	73	84	171	133

Экспериментальная часть

До 1972 г. на этой территории пахотные земли были не облесены, и снежный покров равномерно распределялся по полям, но с посадкой лесных насаждений появилась дифференциация участков территории по увлажнению, которая проявлялась каждый год в течение 35 лет. Поэтому можно предположить, что дополнительное увлажнение осадками зимнего периода может повлиять на изменение плодородия почвы.

Для изучения этого вопроса на лесомелиоративном стационаре были заложены следующие варианты:

1. Под пологом лесной полосы. Площадки выбирались непосредственно между рядами в лесной полосе.
2. Заветренная зона лесной полосы (в 30 м от л/п, в местах большего количества задержанного снега).
3. Центральная зона межполосного пространства (100 м от л/п).
4. Контроль (прилегающее поле без лесных насаждений).

Результаты исследований

Сравнивая почвенные разрезы по морфологическому строению почвы на разных вариантах, можно отметить, что под пологом лесных полос, в заветренной их опушке и центральной части межполосного поля наблюдаются постепенное увеличение мощности гумусового горизонта, выщелачивание растворимых в воде солей талыми водами.

В почве, под пологом леса, отмечен горизонт А₀ мощностью до 4-6 см, образовавшийся опадом листьев. Мощность горизонта А₁ достигает 42 см. На других вариантах горизонт А₀ отсутствует, мощность горизонта А₁ меньше (табл. 2). Глубина вскипания карбонатов увеличивается на вариантах большего увлажнения почвы.

При длительном воздействии снежной мелиорации происходит и накопление гумуса в почве. Непосредственно в лесной полосе его содержание в горизонте А₀ составляет 8,3%, а в горизонте А₁ – 5,3%. За счет более мощного гумусового горизонта (А+В) в зонах влияния лесных полос количество гумуса на 1 га было больше, чем на контроле.

Агрохимические показатели почвы значительно не выделяются в каких-либо вариантах снежной мелиорации. По осредненным данным рН солевой вытяжки колеблется в пределах 6,01-7,03; водной – 6,62-7,50, т.е. слабокислой, нейтральной и слабощелочной среды. Под пологом лесных полос заметно некоторое выщелачивание в нижних горизонтах (табл. 3).

Главное место среди поглощённых почвой катионов занимают, как правило, кальций и магний. Различное их распределение по вариантам опыта не прослеживается. В верхних горизонтах (А, В) кальция сосредоточено несколько больше, чем в нижних. Количество магния с глубиной увеличивается на контрольном варианте (табл. 3).

Таблица 2

Морфологические показатели почвы, содержание гумуса в экологических зонах лесных полос (2002-2005 гг.)

Местоположение профиля почвы	Горизонт	Глубина, см	Глубина вскипания, см	Плотность почвы, г/см ³	Содержание гумуса	
					%	т/га
Под пологом лесных полос	А ₀	0-4	-	1,05	8,34	35,0
	А ₁	4-42	-	1,14	5,31	230,0
	АВ	42-63	-	1,29	2,21	59,8
	В	63-92	90	1,31	0,98	37,2
Заветренная зона	А	0-43	-	1,12	4,6	221,5
	АВ	43-69	-	1,23	2,1	67,1
	В	69-94	88	1,29	1,4	45,1
Центральная зона	А	0-35	-	1,10	4,7	180,9
	АВ	35-55	-	1,20	2,4	57,6
	В	55-93	63	1,28	1,2	58,3
Контроль (без л/п)	А	0-36	-	1,11	4,7	186,1
	АВ	36-54	-	1,20	2,5	53,1
	В	54-91	63	1,26	1,3	62,5

**Агрoхимические показатели почв в экологических зонах
полезащитных лесных полос (2003-2005 гг.)**

Местоположение профиля почвы	Гори- зонт	Глубина отбора образцов	рН		Состав поглощенных оснований, мг-экв/100 г почвы			Подвижные формы, мг/100 г			Общий азот, %
			солее- вой	вод- ной	Ca	Mg	Na	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Под пологом лес- ных полос	A ₀	0-4	6,39	7,07	24,9	7,5	8,9	4,3	220	472	0,44
	A ₁	4-42	6,01	6,62	22,5	7,3	8,1	1,6	197	86	0,30
	AB	42-63	6,35	6,97	18,6	5,3	8,4	1,2	218	64	0,16
	B	63-92	7,03	7,87	16,1	5,3	-	1,0	198	57	0,08
Заветренная зона	A ₁	0-43	6,54	7,08	22,0	6,1	9,8	5,1	233	89	0,27
	AB	43-69	6,60	7,28	17,6	5,3	9,9	4,5	254	53	0,17
	B	69-91	6,48	7,26	18,8	4,8	10,1	1,6	263	61	0,16
Центральная зона	A ₁	0-35	6,60	7,07	23,8	6,4	10,7	5,4	208	72	0,30
	AB	35-55	6,81	7,50	18,8	5,9	10,2	1,9	163	64	0,16
	B	55-93	6,81	7,40	18,1	5,7	10,0	1,9	160	60	0,18
Контроль (без л/п)	A ₁	0-34	6,89	7,06	22,3	6,7	10,3	4,9	203	85	0,32
	AB	34-52	6,84	7,33	18,6	7,0	9,9	1,0	216	66	0,25
	B	52-90	6,84	7,30	18,6	7,1	10,5	1,0	190	65	0,16

Подвижные формы NPK по всем вариантам увлажнения почвы от талых вод колеблются в пределах низкой и средней обеспеченности без существенных различий. Содержание общего азота в несколько большем количестве выявлено под пологом лесных полос, особенно в горизонте почвы A₀ (0-4 см), созданного лесной подстилкой.

Плотность почвы по вариантам увлажнения была практически одинакова. Верхний слой почвы (0-30 см) уплотнен до 1,1 г/см³, с 30 до 50 см плотность постепенно увеличивается до 1,24-1,26 г/см³, а на глубине от 50 до 150 см – в пределах 1,30-1,34 г/см³. Лишь под пологом лесной полосы в горизонте A₀, где сформировалась лесная подстилка, составляла 1,05 г/см³.

Изменение структурно-агрегатного состава чернозёма выщелоченного под влиянием длительного увлажнения отмечено в слое 0-30 см. В нём увеличивается содержание агрономически ценных агрегатов размером от 0,25 до 10 мм относительно контроля на 8,5-11,2% (табл. 4). Увеличение агрономически ценных агрегатов, вероятно, связано с повышением содержания в почве гумуса.

Из водно-физических свойств почв весьма показательны данные по водопроницаемости. Различия в темпах впитывания обнаруживаются сразу же после 5-10 мин. наблюдений. В почве на контроле скорость впитывания за период наблюдений составляет 76,2 мм/ч, что соответствует (по Качинскому) хорошей

водопроницаемости. В почве в зоне лесных насаждений плотной конструкции, где ежегодно запасы воды в снеге составляли 160-180 мм, а продуктивные запасы влаги весной в метровом слое почвы – 180-190 мм, скорость впитывания за тот же промежуток времени ниже – 46,8 мм/час (удовлетворительная водопроницаемость).

Подобная закономерность характерна и для темно-каштановых карбонатных глубоко-солонцеватых почв [6].

Важнейшими водно-физическими свойствами являются наименьшая влагоемкость (НВ), максимальная гигроскопичность (МГ), влажность устойчивого завядания (ВЗ), диапазон активной влаги (ДАВ).

Исследования по изучению водно-физических свойств почв при орошении выявили повышение вышеперечисленных показателей. Несущественные изменения характерны для МГ и ВЗ. Существенные изменения претерпевают величины НВ и ДАВ. Запасы влаги при НВ в легкосуглинистых почвах в слое 0-100 см выросли на 25 мм, в средне-суглинистых – на 41 мм. Запасы продуктивной влаги увеличились, соответственно, на 10 и 41 мм [7].

В наших опытах для определения диапазона активной влаги принимали максимальную гигроскопичность и влажность завядания, полученные Л.Д. Путивской [8], для черноземов выщелоченных малогумусных средне-суглинистых (табл. 5).

Таблица 4

Структурно-агрегатный состав в слое 0-30 см почвы, % (2003-2005 гг.)

Место отбора образцов почвы	Глыбы, более 7,0 мм	Пылеватая фракция, менее 0,25 мм	Агрономически ценные агрегаты, размером 0,25-10,0 мм	Коэффициент структурности
Под пологом лесных полос	18,2	10,3	71,6	2,5
Заветренная зона	22,7	7,6	69,7	2,4
Центральная зона	20,2	10,9	68,9	2,3
Контроль (без лесных полос)	23,0	16,6	60,4	1,6

**Физические и водно-физические свойства почв
в зависимости от снежных мелиораций (2003-2005 гг.)**

Вариант опыта	Мощность слоя почвы, см	Плотность сложения почвы, г/см ³	Водные свойства, мм			
			НВ	МГ	ВЗ	ДАВ
Снегозадержание	0-20	1,08	53,71	17,91	20,95	32,76
	20-50	1,26	75,44	27,87	32,61	42,83
	50-100	1,22	117,75	41,29	46,25	71,50
	0-100	1,19	246,90	87,07	99,81	147,09
Без снегозадержания (контроль)	0-20	1,13	57,02	18,74	21,92	35,10
	20-50	1,21	75,79	26,76	31,31	44,48
	50-100	1,21	106,61	40,95	45,87	60,74
	0-100	1,18	239,42	86,45	99,10	140,32

Повышенное увлажнение почвы талыми водами не оказало существенного влияния на величину максимальной гигроскопичности и влажности завядания.

По величине наименьшей влагоёмкости наблюдаются более контрастные изменения. В слое 0-100 см выщелоченного чернозёма открытого поля НВ составляет 239,4 мм, а аналогичной почвы при снегозадержании – 246,9 мм, диапазон активной влаги – соответственно, 140,3 и 147,1 мм. Различия наблюдаются в основном в слое 50-100 см почвы.

Выводы

Таким образом, рассмотренные данные показывают, что снежная мелиорация влияет положительно на многие агрохимические, агрофизические и водно-физические свойства выщелоченного чернозёма.

В результате повышенного увлажнения почвы талыми водами, лучше развитой растительности происходят постепенное накопление органического вещества в почве, выщелачивание растворимых в воде минеральных солей, увеличение агрономически ценных агрегатов на 8,5-11,2%, повышение наименьшей влагоёмкости метрового слоя почвы на 11 мм и диапазона активной влаги – на 7 мм.

Библиографический список

1. Шишкин А.Н. Сельскохозяйственный очерк Новороссии // Сельское и лесное хозяйство. – 1873.
2. Почвозащитное земледелие на склонах / под ред. А.Н. Каштанова. – М.: Колос, 1983. – 527 с.
3. Kirkland K.J., Keys C.N. The effect of snow trapping and cropping sequence on moisture conservation and utilization in West-Central Saskatchewan // Canadian J. Plant Sci. – 1981. – Vol. 61. – P. 241-246.
4. Кирюшин В.И. Проблема экологизации земледелия в России // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 12. – С. 3-9.
5. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
6. Чупранова В.В. Изменение физических свойств тёмно-каштановой почвы под влиянием

лесных насаждений // Агрофизические исследования почв Средней Сибири. – Красноярск, 1975. – С. 112-120.

7. Татаринцев Л.М., Татаринцев В.Л., Пушкарева Т.И. Каштановые почвы Кулундинской степи и их изменение при орошении: монография. – Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2002. – 116 с.

8. Путивская Л.Д. Современное физическое состояние черноземов Алтайского Приобья и его изменение в результате многолетнего сельскохозяйственного использования: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Барнаул, 2000. – 20 с.

References

1. Shishkin A.N. Sel'skokhozyaistvennyi ocherk Novorossii // Sel'skoe i lesnoe khozyaistvo. – 1873 g.
2. Pochvozashchitnoe zemledelie na sklonakh / pod red. A.N. Kashtanova. – M.: Kolos, 1983. – 527 s.
3. Kirkland K.J., Keys C.N. The effect of snow trapping and cropping sequence on moisture conservation and utilization in West-Central Saskatchewan // Canadian J. Plant Sci. – 1981. – Vol. 61. – P. 241-246.
4. Kiryushin V.I. Problema ekologizatsii zemledeliya v Rossii // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2012. – № 12. – S. 3-9.
5. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv. – M.: Izd-vo MGU, 1970. – 487 s.
6. Chupranova V.V. Izmenenie fizicheskikh svoystv temno-kashtanovoi pochvy pod vliyaniem lesnykh nasazhdenii // Agrofizicheskie issledovaniya pochv Srednei Sibiri. – Krasnoyarsk, 1975. – S. 112-120.
7. Tatarintsev L.M., Tatarintsev V.L., Pushkareva T.I. Kashtanovye pochvy Kulundinskoj stepi i ikh izmenenie pri oroshenii: monografiya. – Barnaul: Izd-vo AltGU, 2002. – 116 s.
8. Putivskaya L.D. Sovremennoe fizicheskoe sostoyanie chernozemov Altaiskogo Priob'ya i ego izmenenie v rezul'tate mnogoletnego sel'skokhozyaistvennogo ispol'zovaniya: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. – Barnaul, 2000. – 20 s.