

Научная статья

УДК 630.181

DOI: 10.26897/1997-6011-2023-3-45-51



ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ПАХОТНОМ СЛОЕ ЧЕРНОЗЕМА ПРИ МУЛЬЧИРОВАНИИ РЕЗАНОЙ СОЛОМОЙ

Беховых Юрий Владимирович , канд. с.-х. наук., доцент

SPIN-код: 1634-4148, AuthorID: 125837; Phys_asau@rambler.ru

Беховых Лариса Александровна, канд. физ.-мат. наук, доцент

SPIN-код: 3440-6831, AuthorID: 702589; dekan.fpo208@yandex.ru

Алтайский государственный аграрный университет; 656049, Алтайский край, г. Барнаул, пр-т Красноармейский, 98, Россия

Аннотация. Целью исследований являлось изучение тенденций влияния мульчирующего слоя резаной соломы на изменение гидротермических условий пахотного слоя почвы. Объектом изучения стала одна из распространенных почв Алтайского края – чернозем выщелоченный среднесуглинистый. Участки для проведения эксперимента были заложены на паровом поле. Один из участков был мульчирован по поверхности слоем резаной соломы толщиной 10-15 мм, на другом участке слой мульчи составлял 20-25 мм. Третий участок черного пара использовался для контрастных контрольных измерений. По данным измерений выявлено, что на мульчированных участках наблюдений отмечалось заметное снижение температуры почвы в дневное время как на поверхности, так и во всем пахотном слое по сравнению с контрольным. В ночное время слой резаной соломы препятствовал резкому изменению температуры и способствовал сохранению тепла. Толщина мульчирующего слоя определяла температурные значения пахотного слоя в дневные и ночные часы. Слой мульчи на поверхности почвы способствовал сохранению запасов почвенной влаги в пахотном горизонте почвы. При увеличении величины мульчирующего слоя прослеживалась тенденция лучшего сохранения влаги. Использование мульчирования поверхностного слоя почвы резаной соломой является целесообразным в засушливых регионах для уменьшения абсолютных значений температур пахотного слоя и уменьшения испарения почвенной влаги с ее поверхности, а также для сохранения влаги в пахотном горизонте почвы.

Ключевые слова: чернозем выщелоченный, гидротермический режим почвы, температура почвы, влажность почвы, мульчирование почвы

Формат цитирования: Беховых Ю.В., Беховых Л.А. Изменение гидротермических условий в пахотном слое чернозема при мульчировании резаной соломой // Природообустройство. 2023. № 3. С. 45-51. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-3-45-51.

© Беховых Ю.В., Беховых Л.А., 2023

Scientific article

CHANGES IN HYDROTHERMAL CONDITIONS IN THE ARABLE LAYER OF CHERNOZEM WHEN MULCHING WITH CUT STRAW

Bekhovykh Yury Vladimirovich , candidate of agricultural sciences, associate professor

SPIN-код: 1634-4148, AuthorID: 125837; Phys_asau@rambler.ru

Bekhovykh Larisa Aleksandrovna, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor

SPIN-код: 3440-6831, AuthorID: 702589; dekan.fpo208@yandex.ru

Altai State Agrarian University; 656049, Altai Krai, Barnaul, Krasnoarmeysky Ave., 98, Russia

Annotation. The research goal was to study the trends in the influence of the mulching layer of cut straw on the change in hydrothermal conditions of the arable soil layer. The object of study was one of the most common soils of the Altai region – leached loamy chernozem. The plots for the experiment were laid on a steam field. One of the sections was mulched on the surface with a layer of cut straw 10-15 mm thick, on the other section the mulch layer was 20-25 mm. The third section of the black vapor was used for contrast control measurements. According to the measurements, it was revealed that

in the mulched observation areas there was a noticeable decrease in soil temperature during the daytime both on the surface and in the entire arable layer compared to the control one. At night, a layer of cut straw prevented a sharp change in temperatures and contributed to the preservation of heat. The thickness of the mulching layer determined the temperature values of the arable layer during the daytime and at night. A layer of mulch on the soil surface contributed to the preservation of soil moisture reserves in the arable soil horizon. With an increase in the size of the mulching layer, there was a tendency for better moisture retention. The use of mulching of the surface layer of the soil with cut straw is advisable in arid regions to reduce the absolute values of the temperatures of the arable layer and reduce the evaporation of soil moisture from its surface, as well as to preserve moisture in the arable horizon of the soil.

Keywords: leached chernozem, hydrothermal regime of soil, soil temperature, soil moisture, soil mulching

Format of citation: Bekhovykh Yu.V., Bekhovykh L.A. Changes in hydrothermal conditions in the arable layer of chernozem when mulching with cut straw // Prirodoobustroystvo. 2023.3. P. 45-51. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-3-45-51.

Введение. Засуха является следствием сложных климатических процессов, которые могут охватывать большие территории. Стойкая воздушная засуха быстро дополняется почвенной засухой [1].

Растениеводство в районах с недостаточным или нестабильным увлажнением, к которым относится большинство земель сельскохозяйственного назначения Алтайского края [2], зачастую требует проведения специальных и планомерных влагосберегающих мероприятий [3]. Однако условия увлажнения почвенных слоев определяются не только выпадающими осадками, но и температурой воздуха и почвенного покрова [4]. Поэтому в районах так называемого «рискованного земледелия» целесообразно говорить не только о влагосберегающих мероприятиях, но и о комплексном регулировании гидротермического режима [5]. Распространенными и доступными с технической и экономической точек зрения способами управления гидротермическим режимом почвы в земледелии являются прикатывание почвы [4], оставление растительных остатков [5], мульчирование почвы [4, 6, 7]. При этом оставление растительных остатков и мульчирование органично встраиваются в современные технологии обработки почвы No-till, Strip-till или Mini-till [8, 9].

Мульча уменьшает испарение влаги [4], защищает почву от эрозии [5], восстанавливает ее плодородие, предотвращает опустынивание и деградацию почвы, улучшает состав почвенных агрегатов, препятствуя затвердеванию поверхностного слоя [8]. Измельчитель-разбрасыватель соломы (ИРС) является неотъемлемой частью практически всех современных зерноуборочных комбайнов [10], поэтому мульчирование почвы резаной соломой является не только способом сохранения плодородия почвы, но и доступным

с технологической точки зрения средством регулирования гидротермических условий в почвенных слоях [9].

Изучение гидротермического режима различных типов почв при мульчировании может способствовать сохранению почвенного плодородия, улучшению урожайности сельскохозяйственных культур, тем самым – обеспечению экономического развития и продовольственной безопасности страны, в связи с чем и является весьма актуальным.

Цель исследований: изучение тенденций влияния мульчирующего слоя резаной соломы на изменение гидротермических условий пахотного слоя почвы.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

– выявить термические особенности пахотного слоя почвы под влиянием мульчирующего слоя на ее поверхности;

– определить трендовое направление и количественные характеристики изменения влагосодержания в пахотном слое почвы при воздействии мульчирующего слоя;

– определить толщину мульчирующего слоя резаной соломы на поверхности почвы для создания оптимальных гидротермических условий в пахотном слое.

Материалы и методы исследований. В качестве объекта изучения был выбран один из самых распространенных типов почв Алтайского региона – чернозем выщелоченный среднесуглинистый [11].

Участки для проведения эксперимента были заложены на паровом поле для исключения влияния растительного покрова, пожнивных остатков и других факторов на результаты измерений. Два участка были мульчированы по поверхности слоем резаной пшеничной

соломы разной толщины. Третий участок черного пара использовался для контрастных контрольных измерений.

Мульчирующий слой составлял 10-15 мм на одном экспериментальном участке и 20-25 мм – на другом.

Температурные измерения проводились на 30-сантиметровой глубине пахотного слоя с интервалом 5 см при помощи специального зонда, соединенного с электронным измерителем температуры [12]. Определение физических и водно-физических свойств почвы производилось стандартными методами, принятыми в почвоведении [13].

Результаты и их обсуждение. Участки проведения экспериментов располагались последовательно друг за другом и являлись частью одного поля, поэтому физические и водно-физические свойства исследованного чернозема на всех экспериментальных участках (табл. 1) были довольно близкими по своим значениям. Плотность сложения верхнего 5-сантиметрового слоя варьировала (около 1,11 г/см³), увеличиваясь на глубине 15-20 см и 25-30 см до 1,30-1,40 г/см³, что является близким к предельным значениям оптимальной плотности для данного типа почв. Количественные показатели потенциального влагосодержания и порового пространства (полная влагоемкость и пористость) закономерно уменьшались с глубиной вследствие уплотнения структуры почвы. При этом можно отметить, что значения этих коэффициентов имели довольно высокие абсолютные показатели (табл. 1), приемлемые для развития и роста сельскохозяйственных культур. Значения плотности твердой фазы (табл. 1) всех исследованных почвенных

образцов оказались одинаковыми (2,50 г/см³) и типичными для гумусовых горизонтов черноземных почв.

Мульчирование поверхности почвы за время проведения опытов не повлияло заметно на изменение параметров физических и гидрофизических свойств чернозема выщелоченного, однако при более длительных исследованиях возможны их отклонения от первоначальных значений, что требует отдельной постановки эксперимента и проведения соответствующих исследований.

Измерение температуры почвы проводилось в конце июня, когда температурные значения наиболее сильно различаются в зависимости от времени суток. Для исследований было выбрано четыре времени, отличающиеся наиболее контрастными температурными условиями наблюдений: ранним утром (06:00); в обеденное время (13:00); ранним вечером (17:00); поздним вечером (22:00). Температура в мульчирующем слое не определялась ввиду особенностей неплотного контакта мульчирующего слоя с датчиками и невозможности учета методических погрешностей, возникающих вследствие этого. Температурные условия и увлажнение в почве были определены через 10 дней после мульчирования. Выбор такого срока объясняется тем, чтобы в почве гарантированно сформировались характерные температурные условия, обусловленные действием мульчирующего слоя, а также чирбы наметились тенденции изменения влагосодержания в пахотном горизонте. 10-дневный срок подготовки был определен таким образом, чтобы в дни, предшествующие измерениям, не выпадали атмосферные осадки.

Таблица 1. Физические и водно-физические свойства почвы на экспериментальных участках

Table 1. Physical and water-physical properties of the soil in the experimental plots

Глубина, см Depth, cm	Плотность твёрдой фазы, г/см ³ Density of solid phase, g / cm ³	Плотность, г/см ³ Density, g / cm ³	Полная влагоемкость (ПВ), % Total moisture capacity (PV), %	Порозность, % Fractional void volume, %
Мульчированный участок № 1 (слой мульчи 10-15 мм) / Mulch area No. 1 (mulch layer 10-15 mm)				
0-5	2,50±0,07	1,11±0,03	50,1±1,50	55,6±1,67
10-15	2,50±0,07	1,39±0,04	32,1±0,96	44,5±1,33
25-30	2,50±0,07	1,39±0,04	32,1±0,96	44,5±1,33
Мульчированный участок № 2 (слой мульчи 20-25 мм) / Mulch area No. 2 (mulch layer 20-25 mm)				
0-5	2,50±0,07	1,10±0,03	51,0±1,53	56,0±1,68
10-15	2,50±0,07	1,38±0,04	32,3±0,97	44,7±1,34
25-30	2,50±0,07	1,39±0,04	32,1±0,96	44,5±1,33
Не мульчированный участок (черный пар) / Non-mulch area (fallow land)				
0-5	2,50±0,07	1,12±0,03	49,6±1,49	55,4±1,66
10-15	2,50±0,07	1,39±0,04	31,6±0,95	44,5±1,33
25-30	2,50±0,07	1,40±0,05	30,4±0,91	44,1±1,30

Результаты измерений представлены в таблице 2.

Результаты эксперимента (табл. 2) показали характерную разницу температурных условий на исследуемых участках. В самое жаркое время суток наличие мульчирующего слоя на поверхности почвы приводило к снижению температуры как на ее поверхности, так и во всем пахотном слое 0-30 см, по сравнению с участком, на котором мульчирование не производилось. При этом увеличение мульчирующего слоя закономерно более значительно воздействовало на уменьшение температуры. Сантиметровый слой резаной соломы

на пиковых значениях снижал температуру поверхности почвы на 1-2°C в сравнении с температурой поверхностного слоя контрольного участка. В то же время присутствие слоя мульчи толщиной 20-25 мм уменьшало максимальные зафиксированные температуры поверхности почвы на 3-4°C по сравнению с участком не мульчированного черного пара. По глубине во время наблюдений в 13:00 и 17:00 на мульчированных участках температура уменьшалась более интенсивно по сравнению с контролем (рис. 1). Тем самым мульчирующий слой «затормаживал» прогревание более глубоких слоев почвы в самое

Таблица 2. Температура (°C ± 0,1°C) пахотного слоя чернозёма выщелоченного на участках наблюдений (конец июня)

Table 2. Temperature (°C ± 0.1°C) of the arable layer of leached chernozem at the observation sites (end of June)

Мульчированный участок № 1 (слой мульчи 10-15 мм) / Mulch area No. 1 (mulch layer 10-15 mm)								
Глубина, см Depth, cm	0	5	10	15	20	25	30	Средняя температура в слое 0-30 см Average temperature in the layer 0-30 cm
Время, чч:мм Time, hh:mm								
6:00	14,3	15,8	16,8	17,3	17,2	16,9	16,3	16,4
13:00	27,5	20,9	18,1	17,4	17,3	17,0	16,5	19,2
17:00	31,8	23,8	19,8	17,8	17,5	17,1	16,6	20,6
22:00	18,3	19,5	19,6	19,2	18,8	17,8	16,9	18,6
Средняя температура за период наблюдений Average temperature over the observation period	23	20	18,6	17,9	17,7	17,2	16,6	18,7
Мульчированный участок № 2 (слой мульчи 20-25 мм) / Mulch area No. 2 (mulch layer 20-25 mm)								
Глубина, см Depth, cm	0	5	10	15	20	25	30	Средняя температура в слое 0-30 см Average temperature in the layer 0-30 cm
Время, чч:мм Time, hh:mm								
6:00	15,2	16,5	16,9	16,8	16,9	16,3	15,9	16,3
13:00	25,5	19,2	17,3	16,9	17	16,4	15,9	18,3
17:00	26,3	20,8	18,2	17,0	17,2	16,5	16,0	18,8
22:00	18,9	19,2	18,8	18,2	17,8	16,8	16,2	18
Средняя температура за период наблюдений Average temperature over the observation period	21,5	18,9	17,8	17,2	17,2	16,5	16,0	17,9
Не мульчированный участок (черный пар) / Non-mulch area (fallow land)								
Глубина, см Depth, cm	0	5	10	15	20	25	30	Средняя температура в слое 0-30 см Average temperature in the layer 0-30 cm
Время, чч:мм Time, hh:mm								
6:00	14,7	16,2	17,4	17,8	18	17,5	17,2	17,0
13:00	32,4	26,5	20,6	18,5	18,2	17,7	17,3	21,6
17:00	32,8	30,9	24,7	20,9	18,4	18,0	17,5	23,3
22:00	18,0	19,9	20,7	20,4	19,9	18,8	17,8	19,3
Средняя температура за период наблюдений Average temperature over the observation period	24,5	23,4	20,8	19,4	18,6	18,0	17,4	20,3

жаркое время суток. Так, во время наблюдений ранним вечером (в 17:00) 2-сантиметровый слой мульчи на поверхности способствовал тому, что температура верхнего слоя почвы и слоя на глубине 5 см различались на 6°C в сторону уменьшения. Сантиметровый слой мульчи способствовал уменьшению разности температур между поверхностным слоем почвы и слоем, расположенным глубже на 5 см на 4°C. На не мульчированном участке разница температуры между двумя аналогичными верхними слоями почвы составляла только 2°C (табл. 2, рис.).

Измерения также показали, что в дневные часы почвенные слои пахотного горизонта не мульчированного участка прогревались быстрее и интенсивнее, достигая более высоких значений температур. В ночные же часы пахотный слой не мульчированного участка более интенсивно обменивался теплом с окружающим воздухом и отличался более глубокими слоями почвенного профиля, что следует из более интенсивного размаха температурных колебаний между значениями, зарегистрированными ранним и поздним вечером и в утренние часы наблюдений на не мульчированном участке. Этот факт также является

свидетельством того, что слой мульчи выступает своеобразным демпфером в передаче тепла из атмосферы в почву и обратно. В результате демпфирующего эффекта суточные температурные колебания в пахотном слое сглаживаются, а изменение температурных условий происходит существенно медленнее, чем на не мульчированном участке.

Влажность почвы и влагозапасы в пахотном слое на участках исследований через 10 сут. после мульчирования представлены в таблице 3.

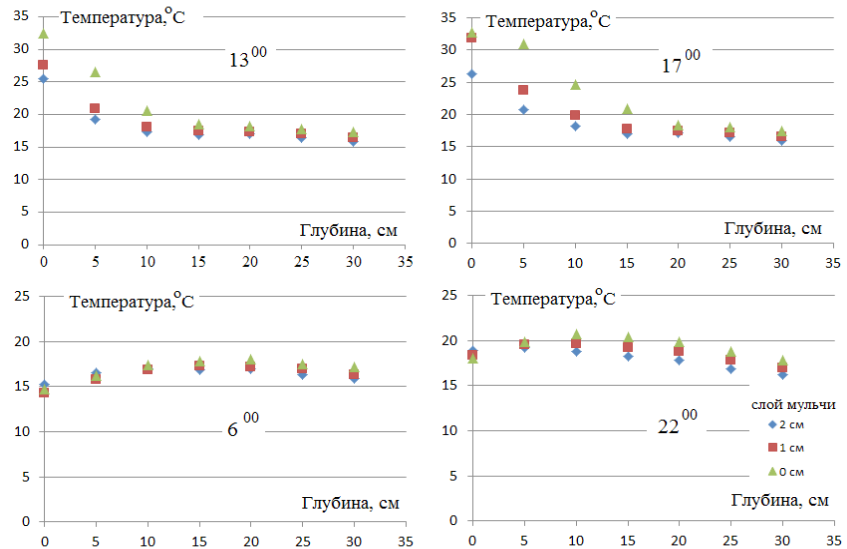


Рис. Изменение температуры, °С, чернозема выщелоченного на участках наблюдений с глубиной в разное время суток (конец июня)

Fig. Change of the leached chernozem temperature (°C) at the observation sites with the depth in the different day time (end of June)

Таблица 3. Содержание влаги в пахотном слое на участках наблюдений

Table 3. Moisture content in the arable layer at observation sites

Мульчированный участок № 1 (слой мульчи 10-15 мм) / Mulch area No. 1 (mulch layer 10-15 mm)					
Глубина, см Depth, cm	Влажность, % Moisture, %	Влагозапас, мм Moisture reserve, mm	*НВ, %	Влагозапас при НВ, мм Moisture reserve at HB, mm	Дефицит, мм Deficit, mm
0-10	25,1±0,7	27,9±0,8	24,8±0,7	27,5±0,8	-0,30±0,02
10-20	23,1±0,7	32,0±1,0	15,6±0,5	21,6±0,6	-10,40±0,61
20-30	23,7±0,7	32,9±0,9	15,0±0,4	20,9±0,6	-12,10±0,72
0-30		92,8±2,8		70,0±2,1	-22,80±1,40
Мульчированный участок № 2 (слой мульчи 20-25 мм) / Mulch area No. 2 (mulch layer 20-25 mm)					
0-10	26,3±0,8	28,9±0,9	25,1±0,8	27,6±0,8	-1,30±0,08
10-20	23,9±0,7	33,0±1,0	15,8±0,5	21,8±0,6	-11,20±0,66
20-30	24,3±0,7	33,8±1,1	15,3±0,4	21,3±0,6	-12,50±0,75
0-30		95,7±2,9		70,7±2,1	-25,00±1,50
Не мульчированный участок / Non-mulch area (fallow land)					
0-10	18,6±0,6	20,8±0,6	24,3±0,73	27,1±0,8	6,40±0,38
10-20	22,2±0,7	31,0±0,9	15,4±0,46	21,5±0,6	-9,50±0,57
20-30	22,9±0,7	32,1±0,9	14,8±0,43	20,7±0,5	-11,30±0,68
0-30		83,8±2,5		69,4±2,0	-14,50±0,87

*НВ – наименьшая влагоёмкость почвы / HB – the lowest moisture capacity of the soil.

Полученные данные однозначно показывают, что на мульчированных опытных участках влага сохранялась лучше. На участке с не мульчированной поверхностью было отмечено заметное уменьшение влагосодержания, особенно в верхнем 10-сантиметровом слое. Различия влажности почвы и влагозапасов под 2-сантиметровым и сантиметровым слоями мульчи являлись практически незаметными и находились в рамках погрешностей, однако прослеживается тенденция лучшего сохранения влаги при увеличении величины мульчирующего слоя. Дефицит влаги за 10 сут. успел сформироваться только в верхнем слое 0-10 см не мульчированного участка, остальные почвенные слои сохранили профицит содержания влаги.

Таким образом, полученные результаты наглядно демонстрируют влагосберегающее действие мульчирующего слоя на весь пахотный горизонт почвы, а особенно на его поверхностный слой, непосредственно контактирующий со слоем мульчи.

Таким образом, использование мульчирования поверхностного слоя почвы резаной соломой в засушливых регионах для уменьшения абсолютных значений температур пахотного слоя с целью предотвращения перегрева поверхности почвы, оптимизации температурных условий роста, развития растений и уменьшения испарения почвенной влаги с ее поверхности является возможным. В районах, где при возделывании сельскохозяйственных культур присутствуют дефицит почвенной влаги или ее интенсивное испарение, мульчирование поверхности почвы

резаной соломой целесообразно применять для сохранения влагозапасов в пахотном горизонте.

По результатам данных исследований, создание слоя мульчи толщиной более 10-15 мм для регулирования температурного режима и сохранения почвенной влаги является нецелесообразным. Весной, после снеготаяния, необходимо создать условия для наиболее быстрого прогревания пахотного слоя, а увеличение мульчирующего слоя резаной соломой на поверхности почвы может существенно препятствовать поступлению тепла в почву и замедлять ее прогревание.

Выводы

По результатам проведенных измерений можно сделать следующие выводы:

1. На мульчированных участках наблюдений отмечалось заметное снижение температуры почвы в дневное время как на поверхности, так и во всем пахотном слое, по сравнению с контрольным.
2. В ночное время слой резаной соломой препятствует резкому изменению температуры и способствует сохранению тепла.
3. Толщина мульчирующего слоя определяет температурные значения пахотного слоя в дневные и ночные часы.
4. Слой мульчи на поверхности почвы способствует сохранению запасов почвенной влаги в пахотном горизонте почвы.
5. При увеличении величины мульчирующего слоя прослеживается тенденция лучшего сохранения влаги.

Список использованных источников

1. Черепкова Е.А., Кононова Н.К. Связь опасных атмосферных засух в европейской России в XX веке с макроциркуляционными процессами // Известия РАН. Серия «Географическая». 2009. № 1. С. 73-82.
2. Усенко В.И. Алтайский край действительно является зоной рискованного земледелия. [Электронный ресурс] // Официальный сайт органов власти Алтайского края. URL: <http://www.altairegion22.ru/ex/8531/91434/> (дата обращения: 12.02.2023).
3. Мальцев Т.С. Вопросы земледелия. Сборник статей. М.: Колос, 1971. 392 с. https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_rc_3620223/
4. Беховых Ю.В. Влияние прикапывания и мульчирования поверхностного слоя почвы на гидротермический режим чернозема выщелоченного // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 7 (165). С. 35-41.
5. Астафьев В.Л. Приемы и техника влагосберегающего земледелия в Северном Казахстане // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: Материалы Международной научно-практической конференции (Курган, 2016).

References

1. Cherepkova E.A., Kononova N.K. Connection of dangerous atmospheric droughts in European Russia in the twentieth century with macrocirculation processes. // RAS Proceedings. The series is geographical. 2009. No 1. P. 73-82.
2. Usenko V.I. Altai territory is really a risky farming [electronic resource] // Official site of the Altai territory authorities. URL: <http://www.altairegion22.ru/ex/8531/91434/> (date of application: 12.02.2023).
3. Maltsev T.S. Problems of farming. Collection of articles. M.: Kolos, 1971. 392 p. https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_rc_3620223/
4. Bekhovych Yu.V. Influence of surface soil layer rolling and mulching on the hydrothermal regime of leached chernozem // Vestnik of the Altai state agrarian university. 2018. No 7 (165). P. 35-41.
5. Astafjev V.L. Methods and technique of moisture saving agriculture in the North Kazakhstan // Current state and prospects of development of agro-industrial complex: materials of the International scientific-practical conference (Kurgan, April 27-28, 2016). Kurgan: Kurganskaya SAA, 2016: P. 407-412.

ган, 27-28 апреля 2016 г.). Курган: Курганская ГСХА, 2016. С. 407-412.

6. **Щербина П.А.** Новые агротехнологии с применением соломенной мульчи – осознанная необходимость // Защита растений. 2008. № 5. С. 1-3.

7. **Каминьски Я., Висялга Г.** Эффективность мульчирования почв сидератами при возделывании картофеля // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2009. № 4 (15). С. 67-70.

8. **Корчагин В.А., Шевченко С.Н., Зудилин С.Н., Горянин О.И.** Инновационные технологии возделывания полевых культур в АПК Самарской области: учебное пособие. Кинель: РИЦ СГСХА, 2014. 192 с.

9. **Милюткин В.А.** Управление температурой почвы – основа технологий «no-till» и «strip-till» // Актуальные вопросы современного земледелия: опыт, проблемы, перспективы: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения академика РАСХН Н.С. Немцева. 2015. С. 184-188.

10. **Скорляков В.И., Сердюк В.В., Негреба О.Н.** Показатели качества измельчения и разбрасывания соломы зерноуборочными комбайнами ведущих фирм // Техника и оборудование для села. 2013. № 3. С. 30-33.

11. Почвы Алтайского края. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1959. 382 с.

12. **Болотов А.Г., Макарычев С.В., Беховых Ю.В., Сизов Е.Г.** Электронный измеритель температуры почвы // Проблемы природопользования на Алтае: Сборник научных трудов. Барнаул: ООО «Принт-Инфо», 2001. С. 55-57.

13. **Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.** Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с. https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_rc_619902/

Критерии авторства

Беховых Ю.В., Беховых Л.А. выполнили практические и теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись. Беховых Ю.В., Беховых Л.А. имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов

Статья поступила в редакцию 10.03.2023

Одобрена после рецензирования 18.05.2023

Принята к публикации 18.05.2023

6. **Shcherbina P.A.** New agricultural technologies with the use of straw mulch – a conscious necessity // Plant protection. 2008. № 5. P. 1-3.

7. **Kaminski Ya., Visyalga G.** Efficiency of soil mulching by green manure when potatoe cultivation // Agrarian science of the North-East. – 2009. № 4 (15). P. 67-70.

8. **Korchagin V.A.** Innovation technologies of field cultures cultivation in AIC of the Samara region: tutorial / V.A. Korchagin, S.N. Shevchenko, S.N. Zudilin, O.I. Goryanin. – Kinel: RITS SGSHA, 2014. 192 p.

9. **Milyutkin V.A.** Soil temperature management – the basis of the “no-till” and “strip-till” technologies // Actual issues of modern agriculture: experience, problems, prospects. Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the 80th anniversary of the birth of Academician of the Russian Academy of Agricultural Sciences N.S. Nemtsev. 2015. P. 184-188.

10. **Skorlyakov V.I., Serdyuk V.V., Negreba O.N.** Quality indicators of grinding and spreading straw by combine harvesters of leading companies // Machinery and equipment for the village. 2013. № 3. S. 30-33. Soils of the Altai Territory. M.: Izd-vo Acad. Sciences, USSR, 1959. 382 p.

11. Soils of the Altai Territory. M.: Izd-vo Acad. Sciences, USSR, 1959. 382 p.

12. **Bolotov A.G.** Electronic soil temperature meter / S.V. Makarychev Yu.V. Bekhovykh, E.G. Sizov // Problems of nature management in Altai: collection of scientific papers. Barnaul: ООО «Print-Info», 2001. S. 55-57.

14. **Vadunina A.F., Korchagina Z.A.** Methods for studying the physical properties of soils. Moscow: Agropromizdat, 1986. 416 p. https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_rc_619902/

Criteria of authorship

Bekhovykh Yu.V., Bekhovykh L.A. carried out theoretical and practical investigations, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. Bekhovykh Yu.V., Bekhovykh L.A. have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

Conflict of interests

оноло

The article was submitted to the editorial office 10.03.2023

Approved after peer reviewing 18.05.2023

Accepted for publication 18.05.2023