

06.01.02 Мелиорация, рекультивация и охрана земель

Оригинальная статья

УДК 502/504: 631.436

DOI: 10.26897/1997-6011-2022-1-6-11

**ПРИКАТЫВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ
КАК СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ
ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПАХОТНОГО СЛОЯ**

БЕХОВЫХ ЮРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, канд. с.-х. наук., доцент

Phys_asau@rambler.ru

БЕХОВЫХ ЛАРИСА АЛЕКСАНДРОВНА ✉, канд. ф.-м. наук., доцент

dekan.fpo208@yandex.ru

Алтайский государственный аграрный университет; 656049, Алтайский край г. Барнаул, проспект Красноармейский, 98, Россия

Цель работы – изучение изменений в гидротермическом режиме пахотного слоя почвы после прикатывания её поверхности. В качестве объекта для исследования гидротермического режима был выбран чернозём выщелоченный. Опытные участки располагались в климатической зоне засушливой колючей степи. В задачи исследования входило: проследить за изменениями влажности почвы при прикатывании её поверхности и рассмотреть влияние данной агротехнологии на влагосбережение в пахотном слое, изучить тенденцию изменения температурного режима пахотного слоя почвы при прикатывании её поверхности и на основании этого рассмотреть возможность использования данного агроприёма для тепловой мелиорации почв. Проведённые исследования показали, что на прикатанной поверхности черного пара в отличие от поверхности без прикатывания образуется заметный слой иссушенной почвы, который оказывает влагосберегающий эффект на нижележащие слои. А уменьшение параметров порового пространства почвы и улучшение кондуктивной теплопроводности при прикатывании черного пара способствует более быстрому прогреванию почвы по сравнению с участком без прикатывания. Выявленные особенности позволяют говорить о том, что прикатывание как агротехнологию возможно использовать для сохранения влаги в пахотном слое, особенно в весенний период, для увеличения сумм активных температур в пахотном слое.

Ключевые слова: чернозём выщелоченный, гидротермический режим почвы, температура почвы, влажность почвы, прикатывание почвы

Формат цитирования: Беховых Ю.В., Беховых Л.А. Прикатывание поверхности почвы как способ оптимизации гидротермического режима пахотного слоя // Природообустройство. – 2022. – № 1. – С. 6-11. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-1-6-11.

© Беховых Ю.В., Беховых Л.А., 2022

Original article

**PACKING OF THE SOIL SURFACE AS A WAY TO OPTIMIZE
THE HYDROTHERMAL REGIME OF THE ARABLE LAYER**

BEKHOVYH YURY VLADIMIROVICH, candidate of agricultural sciences, associate professor

Phys_asau@rambler.ru

BEKHOVYH LARISA ALEXANDROVNA ✉, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor

dekan.fpo208@yandex.ru

Altai state agrarian university, 656049, Altai territory, Barnaul, prospect Krasnoarmejskij, 98, Russia

The research goal was to study changes in the hydrothermal regime of the arable soil layer after packing its surface. Leached chernozem was chosen as an object for the study of the hydrothermal

regime. The experimental plots were located in the climatic zone of the arid splitting steppe. The objectives of the study included: to monitor changes in soil moisture when packing its surface and to consider the impact of this agricultural technology on moisture conservation in the arable layer as well as to study the tendency of changes in the temperature regime of the arable soil layer when packing its surface and, based on this, to consider the possibility of using this agricultural technique for thermal soil reclamation. The conducted studies have shown that on the packed surface of the black steam, in contrast to the surface without packing, a noticeable layer of the dried soil is formed, which has a moisture-saving effect on the underlying layers. Reducing the parameters of the pore space of the soil and improving the conductive thermal conductivity when rolling contributes to faster warming of the soil compared to the site without rolling. The revealed features allow us to say that packing as an agricultural technology can be used to preserve moisture in the arable layer, especially in spring, as well as to increase the amount of active temperatures in the arable layer.

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

Format of citation: Bekhovyh Yu.V., Bekhovyh L.A. Packing of the soil surface as a way to optimize the hydrothermal regime of the arable layer // Prirodoobustrojstvo. – 2022. – № 1. – S. 6-11. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-1-6-11.

Введение. Недостаточная влагообеспеченность и в меньшей степени теплообеспеченность почвы в период посева яровых и озимых сельскохозяйственных культур является одной из главных причин уменьшения их урожайности практически на всех земельных ресурсах России, на которых ведётся растениеводство, в том числе и на территории Алтайского края [1, 2], особенно в климатических зонах сухой, засушливой и колючной степей. В связи с этим мероприятия по накоплению и сохранению влаги в почве в посевной период и мероприятия по оптимизации теплового режима являются неотъемлемой частью при возделывании сельскохозяйственных культур. В зонах так называемого рискованного земледелия такие мероприятия можно считать обязательными для получения урожая. [3, 4].

Эффективными приемами регулирования и оптимизации гидротермического режима, применяемым на растениеводческих полях являются: снегозадержание [5], оставление стерни после проведения уборочных работ [6], мульчирование почвы [7], прикатывание поверхностного слоя после боронования или при посеве семян [7, 8].

Исследования показали, что прикатывание поверхностного слоя почвы после основной обработки уменьшает испарение влаги в засушливую погоду [7], благоприятно влияет на конвекционно-диффузионные потоки влаги при культивировании [8]. Создание благоприятных условий для прорастания семян с точки зрения их тепло и влагообеспеченности является главной задачей и назначением послепосевного прикатывания [8].

В связи с тем, что прикатывание почвы является действенным и эффективным способом оптимизации режима тепла и влаги в ней, актуально изучение гидротермического

режима почвы при прикатывании на различных типах почв, особенно подверженных воздействию засушливого погодного фактора.

Целью представленной работы являлось изучение изменений в гидротермическом режиме пахотного слоя почвы после прикатывания её поверхности.

Объект и методы исследования. В качестве объекта изучения был выбран чернозём **выщелоченный**.

В задачи исследования входило:

1) проследить за изменениями влажности почвы при прикатывании её поверхности и рассмотреть влияние данной агротехнологии на влагосбережение в пахотном слое;

2) изучить тенденцию изменения температурного режима пахотного слоя почвы при прикатывании её поверхности и на основании этого рассмотреть возможность использования данного агроприёма для тепловой мелиорации почв.

Географически опытные участки располагались на Приобском плато. Климатическая зона расположения опытных участков соответствовала зоне умеренно засушливой колючной степи. Перед проведением опытов на участках была проведена основная обработка почвы – вспашка и боронование. Поверхностный слой одного из опытных участков после основной обработки почвы был прикатан воздействием давления 12 кПа, а второй участок боронованного чёрного пара использовался в качестве контрольного.

Плотность почвенных образцов при исследовании определялась методом кольца Качинского [9]. Параметры влагосодержания в почве определялись термостатно-весовым

методом [9]. Температурные показатели измерялись электронным термометром [10].

Экспериментальная часть и обсуждение результатов. Исследованный чернозём является типичным для Приобского плато и относится к его выщелоченной разновидности среднесуглинистого гранулометрического состава. Профиль выщелоченного чернозёма на опытных участках исследования был представлен аллювиальным и иллювиальным горизонтами с постепенными

выраженными переходными горизонтами АВ и ВС. Пахотный горизонт А, в котором производились измерения, чёрно-бурый по цвету, с комковато-пылеватой структурой агрегатов имел глубину 29 сантиметров.

Плотность сложения и некоторые физические и водно-физические свойства чернозёма выщелоченного, важные при исследовании гидротермического режима, были определены в пахотном слое на глубинах 0-5 см и 10-15 см (табл. 1)

Таблица 1

Агрофизические параметры чернозёма выщелоченного на участках исследования

Table 1

Agrophysical parameters of leached chernozem at the study plots

Глубина, см <i>Depth, cm</i>	Плотность, г/см ³ <i>Density, g/cm³</i>	Плотность твёрдой фазы, г/см ³ <i>Solid phase density, g/cm³</i>	Порозность <i>Porosity</i>	Полная влагоёмкость <i>Total moisture capacity</i>
Контроль (чёрный пар) / Control (black vapor)				
0-5	0,951±0,028	2,500±0,075	0,62±0,02	0,65±0,02
10-15	0,958±0,029	2,500±0,075	0,62±0,01	0,64±0,02
Прикатанный участок чёрного пара / Packed plot of black vapor				
0-5	1,077±0,053	2,500±0,075	0,53±0,02	0,53±0,02
10-15	1,300±0,039	2,500±0,075	0,57±0,02	0,57±0,02

Плотность поверхностного слоя после обработки была невелика для данного типа почвы и на глубине 15 см заметно было её незначительное увеличение. Прикатывание увеличило значения плотности поверхностного слоя на 13%, а на глубине 10-15 см приблизительно на 37% по сравнению с плотностью контрольного участка чёрного пара. Более заметные изменения плотности на глубине 10-15 см, очевидно, связаны с большей влажностью почвы на данной глубине и, соответственно, с более высокой, в связи с этим, подверженностью её к деформации при прикатывании. Изменения порозности и полной влагоёмкости при прикатывании (табл. 1) находятся в обратной зависимости от значений плотности почвы. Численные показатели порозности и полной влагоёмкости чернозёма выщелоченного оказались достаточно велики, даже после прикатывания, однако характерны данному типу почв.

Влажность почвенных образцов (табл. 2) на участках наблюдения определялась на глубинах 0-2, 5-10 и 10-15 см.

Для измерений был выбран девятидневный срок без осадков. Календарно измерения проводились в конце мая – начале июня, что входило в сроки весеннего посева сельскохозяйственных культур. Период промежуточных измерений составлял трое суток. Наблюдения за увлажнением почвы в течение девяти дней показали, что влажность на глубине 10-15 см

за это время практически не изменилась, как на контрольном, так и на прикатанном участках. Однако в поверхностном слое 0-2 см и в слое 5-10 см за девять дней произошли заметные характерные изменения (табл. 2) – верхний слой почвы подвергся значительному иссушению. Характер иссушения на контрольном и прикатанном участках отличались. На контроле иссушение с глубиной происходило более равномерно, тогда как на поверхности прикатанного участка в течение проведения наблюдений образовалась корка уплотнённой и сильно иссушенной почвы. Толщина этой корки составляла около 2 см. Под коркой наблюдалось скачкообразное увеличение влажности.

За весь период наблюдений было отмечено уменьшение значений влажности поверхностного слоя почвы 0-2 см на контрольном участке почти в 2 раза, а на прикатанном почти в 4 раза по сравнению с начальными наблюдениями. Столь существенное иссушение поверхностного слоя связано с высокими значениями температур воздуха и почвы в указанный период наблюдений (табл. 3).

Более сильное иссушение прикатанной поверхности можно объяснить, тем, что при прикатывании в уплотнённом слое формируется сеть мелких капилляров и тем самым усиливается капиллярное движение влаги вверх. А при высокой температуре воздуха происходит быстрое её испарение. После высыхания

верхнего прикатанного слоя он оказывает вла- госберегающее действие на нижележащие слои почвы. Более равномерное иссушение на кон- троле можно объяснить тем, что поверхностный слой почвы здесь имеет достаточно глубокие

крупные поры, проникновение атмосферного воздуха в которые способствует конвекционному влагообмену с атмосферой, зависящему от раз- мера и глубины крупных пор, а также от темпе- ратур почвы и воздуха.

Таблица 2

Динамика изменения влажности (%) почвы на участках наблюдений

Table 2

Dynamics of soil moisture changing (%) on the plots of observation

Вариант Variant	Дата / Date	30.05.2021	03.06.2021	07.06.2021
	Глубина, см Depth, cm	Влажность, % Moisture, %		
Чёрный пар (контроль) Black vapor (Control)	0-2	21,8±0,6	11,2±0,3	9,7±0,2
	5-10	23,3±0,6	19,8±0,4	18,7±0,4
	10-15	25,0±0,5	24,9±0,5	24,8±0,4
Прикатанный пар Packed vapor	0-2	21,7±0,6	7,8±0,2	5,3±0,2
	5-10	23,5±0,5	21,9±0,5	20,1±0,4
	10-15	25,0±0,5	25,0±0,4	24,9±0,5

Таблица 3

Температура (°C) почвы в пахотном слое 0-20 см на опытных участках (19:00 ч)

Table 3

The soil temperature (°C) in the arable layer is 0-20 cm in the experimental plots (19:00 h)

Дата / Date	30.05.2021		03.06.2021		07.06.2021	
Глубина, см Depth, cm	Плотность, г/см ³ Density, g/cm ³	Плотность твёрдой фазы, г/см ³ Solid phase density, g/cm ³	Порозность Porosity	Полная влагеёмкость Total moisture capacity	Чёрный пар (контроль) Black vapor (control)	Прикатан- ный пар Packed vapor
0	25,2±0,1	24,1±0,1	37,9±0,1	36,0±0,1	32,2±0,1	30,6±0,1
5	21,1±0,1	21,3±0,1	30,1±0,1	33,0±0,1	27,6±0,1	29,4±0,1
10	19,3±0,1	17,9±0,1	24,8±0,1	28,9±0,1	25,7±0,1	27,8±0,1
15	16,6±0,1	15,2±0,1	20,8±0,1	23,8±0,1	22,7±0,1	24,9±0,1
20	14,4±0,1	13,3±0,1	18,8±0,1	19,5±0,1	20,3±0,1	21,6±0,1
Средняя в слое 0-20 см Average in the layer 0-20 cm	19,4±0,1	18,3±0,1	26,5±0,1	28,2±0,1	25,7±0,1	26,8±0,1
Воздух Air	24,1±0,1		26,3±0,1		28,0±0,1	

Температурные измерения в почвен- ных слоях на участках исследования (табл. 3) проводились в пахотном горизонте до глуби- ны 20 см с интервалом 5 см. Эти наблюде- ния были организованы в семь часов вечера тех же дней, в которые проводились измере- ния влажности. Выбор времени сравнения был обусловлен следующими причинами. Во-первых, в конце мая и начале июня, когда производились измерения, почва ещё активно принимает тепло от достаточно высоко нахо- дящегося над горизонтом солнца. Во-вторых, характерные температурные условия, образо- вавшиеся в почвенных слоях за прошедший

тепловой день, к этому часу оказываются практически сформированными.

После трёх вечерних наблюдений за температурой почвы, которые проводились с интервалом в три дня, был организован су- точный мониторинг температуры (табл. 4).

Данные таблиц 3 и 4 показывают, что температура поверхностного слоя на при- катанном и контрольном участках доволь- но близка по значениям. Средние значе- ния температур по глубине показывают, что двадцатисантиметровый слой прикатанно- го участка быстрее прогревается и лучше проводит тепло. Причины этого могут быть

следующие: при прикатывании происходит уменьшение параметров порового пространства почвы, улучшается контакт между её твёрдыми частицами. Уменьшение порозности при прикатывании (табл. 1), уменьшает содержание менее теплопроводного воздуха в почве, а улучшение контакта между частицами

её твёрдой фазы при уплотнении так же способствует лучшему и более быстрому распространению тепла вследствие увеличения кондуктивной (контактной) теплопроводности. Для сравнения в таблицах 3 и 4 приведены температуры воздуха, измеренные в часы наблюдений за температурой почвы.

Таблица 4

Суточные наблюдения (7-8.06.2021 г.) за температурой ($^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$) в пахотном слое 0-20 см на опытных участках

Table 4

Daily observations (7-8.06.2021) for temperature ($^{\circ}\text{C} \pm 0.1^{\circ}\text{C}$) in the arable layer 0-20 cm in experimental plots

Глубина, см <i>Depth, cm</i>	19:00	22:00	1:00	7:00	10:00	13:00	16:00	19:00	Средняя за сутки <i>Average per day</i>
Чёрный пар (контроль) / Black vapor (control)									
0	30,0	29,6	18,1	17,2	20,1	33,6	34,5	21,6	25,6
5	26,6	22,2	19,7	18,8	25,5	26,1	29,1	20,1	23,5
10	24,7	21,8	20,2	19,7	20,0	22,2	25,2	20,7	21,8
15	21,7	20,1	19,7	18,2	19,5	20,2	21,2	19,7	20,0
20	19,1	18,2	18,2	17,1	17,2	18,6	18,6	18,7	18,2
Средняя в слое 0-20 см <i>Average in the layer 0-20 cm</i>	24,4	22,4	19,2	18,2	20,5	24,1	25,7	20,2	21,8
Прикатанный пар / Packed vapor									
0	29,6	20,7	17,6	17,2	24,7	35,6	37,7	20,1	25,4
5	28,2	23,2	20,2	18,7	22,4	26,2	30,2	21,2	23,8
10	26,7	23,7	21,2	19,3	21,3	22,3	24,7	22,1	22,7
15	23,7	22,2	21,1	18,9	19,0	19,2	20,8	21,1	20,8
20	20,6	20,2	20,2	19,3	19,5	18,1	18,2	19,7	19,5
Средняя в слое 0-20 см <i>Average in the layer 0-20 cm</i>	25,8	22,0	20,1	18,7	21,4	24,3	26,3	20,8	22,4
Воздух <i>Air</i>	26,9	22,8	19,6	17,0	20,1	27,7	28,1	22,4	23,1

Суточные наблюдения за температурой почвы показали (табл. 4), что днем в пахотном слое прикатанного участка температура увеличивалась быстрее, но в ночное время почва так же быстрее остывала. За полные сутки средняя температура пахотного слоя прикатанной почвы оказалась незначительно, но выше, чем на контроле. Следовательно, прикатывание ускоряет теплообмен и немного увеличивает поступление тепла в почву. На первый взгляд, увеличение теплопроводности при прикатывании противоречит тому факту, что по результатам проведенных суточных измерений ночные температуры в почвенных слоях прикатанного участка оказались на 1-2 $^{\circ}\text{C}$ выше, чем в тех же слоях на контроле (табл. 4). Однако, за счёт более быстрого прогревания в дневные часы прикатанная почва должна прогреваться и на большую глубину, чем на контроле, а, следовательно, ночью более прогретые нижележащие слои,

передают больше тепла в вышележащие, и тем самым «подогревают» их.

Выводы

1. На прикатанной поверхности черного пара в отличие от поверхности без прикатывания образуется заметный слой иссушенной почвы, который оказывает влагосберегающий эффект на нижележащие слои, поэтому данный агроприём возможно использовать для сохранения влаги в пахотном слое, особенно в весенний период.

2. Уменьшение параметров порового пространства почвы, а также улучшение кондуктивной теплопроводности при прикатывании черного пара способствует более быстрому прогреванию почвы по сравнению с участком без прикатывания, поэтому прикатывание поверхности почвы может быть использовано для увеличения сумм активных температур в пахотном слое.

Библиографический список

1. **Усенко В.И.** Алтайский край действительно является зоной рискованного земледелия [электронный ресурс] // Официальный сайт органов власти Алтайского края. Режим доступа URL: <http://www.altaregion22.ru/ex/8531/91434/> (дата обращения: 5.11.2021).
2. **Деев Н.Г., Морковкин Г.Г., Дёмин В.А.** Аграрная наука на Алтае в период освоения целинных и залежных земель. – Барнаул: АГАУ. 2009. – 58 с.
3. **Мальцев Т.С.** Вопросы земледелия. – М.: Колос, 1971. – 392 с.
4. **Астафьев В.Л.** Приемы и техника влагосберегающего земледелия в Северном Казахстане // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: мат-лы Междун. научно-практ. конф. (Курган, 27-28 апреля 2016 г.). – Курган: Изд-во Курганская ГСХА. – 2016: – С. 407-412.
5. **Лобанов В.И.** Влияние полосного снегозадержания на температурный режим черноземов в зимний период / Макарычев С.В., Демиденко С.В., Дёмин В.А. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 2 (52). – С. 19-22.
6. **Черногаев В.Г., Свирина В.А.** Сравнительный анализ эффективности применения различных способов обработки почвы в системе ресурсосберегающих технологий земледелия // Аграрная наука. – 2020. – № 11-12. – С. 105-107.
7. **Беховых Ю.В.** Влияние прикатывания и мульчирования поверхностного слоя почвы на гидротермический режим чернозёма выщелоченного // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 7(165). – С. 35-41.
8. **Астафьев В.Л., Курач А.А., Семибаламут А.В.** К вопросу о прикатывании почвы // Аграрный сектор. – 2017. – № 1(31). – С. 18-26.
9. **Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.** Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
10. Электронный измеритель температуры почвы / А.Г. Болотов, С.В. Макарычев, Ю.В. Беховых, Е.Г. Сизов // Проблемы природопользования на Алтае: сб. науч. тр. – Барнаул: ООО «Принт-Инфо», 2001. – С. 55-57.

Критерии авторства

Беховых Ю.В., Беховых Л.А. выполнили 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: 22.11.2021 г.

Одобрена после рецензирования 21.01.2022 г.

Принята к публикации 09.02.2022 г.

References

1. **Usenko V.I.** Altajskij kran deistvitel'no javljaetsya zonoj riskovannogo zemledeliya [elektronnyj resurs] // Ofitsionaknyj sait organov vlasti Altajskogo kraja. Rezhim dostupa URL: <http://www.altaregion22.ru/ex/8531/91434/> (data obrashcheniya: 5.11.2021).
2. **Deev N.G. Morkovkin G.G., Demin V.A.** Agrarnaya nauka na Altae v period osvoeniya tselinnyh i zaleznyh zemel. – Barnaul: AGAU, 2009. – 58 s.
3. **Maltsev T.S.** Voprosy zemledeliya. – M.: Kolos, 1971. – 392 s.
4. **Astafjev V.L.** Priemy i tehnika vlagosberegayushchego zemledeliya v Severnom Kazakhstane // Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: mat-ly Mezhdun. nauchno-prakt. konf. (Kurgan, 27-28 aprelya 2016 g.). – Kurgan: Izd-vo Kurganskaya GSHA 2016: – S. 407-412.
5. **Lobanov V.I.** Vliyanie polosnogo snegozaderzhaniya na temperaturny rezhim hernozemov v zimnij period / Makarychev S.V., Demidenko S.V., Demin V.A. // Vestnik Atajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2009. – № 2 (52). – S. 19-22.
6. **Chernogaev V.G., Svirina V.A.** Sravnitelny analiz effektivnosti primeneniya razlichnyh sposobov obrabotki v sisteme resursusberegayushchih tehnologij zemledeliya // Agrarnaya nauka. – 2020. – № 11-12. – S. 105-107.
7. **Bekhovyh Yu.V.** Vliyanie prikatyvaniya i muljchirovaniya poverhnostnogo sloya pochvy na gidrotermicheskiy rezhim chernozema vyshchelochnogo // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – № 7(165). – S. 35-41.
8. **Astafjev V.L., Kurach A.A., Semibalmut A.V.** K voprou o prikatyvanii pochvy // Agrarny sektor. – 2017. – № 1(31). – S. 18-26.
9. **Vadyunina A.F., Korchagina Z.A.** Metody issledovaniya fizicheskikh svojstv pochv. – M.: Argropromizdat, 1986. – 416 s.
10. Elektronny izmeritel temperatury pochvy / A.G. Bolotov, S.V. Makarychev, Yu.V. Berkhovyh, E.G. Sizov // Problemy prirodopolzovaniya na Altae: sb. nauch. tr. – Barnaul: OOO "Print-Info", 2001. – S. 55-57.

Criteria of authorship

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

Conflict of interests

The authors state that there are no conflicts of interests

The article was submitted to the editorial office 22.11.2021

Approved after reviewing 21.01.2022

Accepted for publication 09.02.2022