

4. Татаринцев В.Л., Татаринцев Л.М., Мягкий П.А., Ещенко С.И. Агрофизические условия плодородия агропочв Алтайской лесостепи и модель их эффективного плодородия // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2 (148). – С. 22-29.

5. Татаринцев Л.М., Татаринцев В.Л., Бунин А.А. Пути повышения эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения в Алтайском крае // Геодезия, землеустройство и кадастр: вчера, сегодня, завтра: сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию землеустроительного факультета Омского ГАУ. – Омск: Изд-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2017. – С. 172-177.

6. Латышева О.А., Татаринцев В.Л., Татаринцев Л.М., Бунин А.А., Мерзляков О.А. Повышение эффективности сельскохозяйственного землепользования в Алтайском крае // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 5 (151). – С. 35-43.

7. Латышева О.А., Татаринцев В.Л., Татаринцев Л.М. Охрана земель: агроэкологический аспект (на примере Алтайского края). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2018. – 124 с.

tipologii zemel, geobotaniki i ekologii // Sov. botanika. – 1938. – No. 4. – S. 5-10.

3. Tatarintsev L.M., Tatarintsev V.L., Kiryakina Yu.Yu. Organizatsiya sovremennogo zemlepolzovaniya na ekologo-landshaftnoy osnove. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2011. – 120 s.

4. Tatarintsev V.L., Tatarintsev L.M., Myagkiy P.A., Yeshchenko S.I. Agrofizicheskie usloviya plodorodiya agropochv Altayskoy lesostepi i model ikh effektivnogo plodorodiya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – No. 2 (148). – S. 22-29.

5. Tatarintsev L.M., Tatarintsev V.L., Bunin A.A. Puti povysheniya effektivnosti ispolzovaniya zemel selskokhozyaystvennogo naznacheniya v Altayskom krae // Geodeziya, zemleustroystvo i kadastr: vchera, segodnya, zavtra: sbornik materialov mezhdunar. nauchn.-prakt. konf., posvyashchennoy 95-letiyu zemleustroitelnogo fakulteta Omskogo GAU. – Omsk: Izd-vo FGBOU VO Omskiy GAU, 2017. – S. 172-177.

6. Latysheva O.A., Tatarintsev V.L., Tatarintsev L.M., Bunin A.A., Merzlyakov O.A. Povyshenie effektivnosti selskokhozyaystvennogo zemlepolzovaniya v Altayskom krae // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – No. 5 (151). – S. 35-43.

7. Latysheva O.A., Tatarintsev V.L., Tatarintsev L.M. Okhrana zemel: agroekologicheskiy aspekt (na primere Altayskogo kraja). – Barnaul: RIO Altayskogo GAU, 2018. – 124 s.

References

1. Reymers N.F. Prirodopolzovanie: slovar-spravochnik. – M.: Mysl, 1990. – 640 s.
2. Ramenskiy L.G. O printsipakh ustanovki, osnovnykh ponyatiyakh i terminakh proizvodstvennoy



УДК 631.445.53:631.436

С.В. Макарычев
S.V. Makarychev

ВЛИЯНИЕ САМОМЕЛИОРАЦИИ И ГИПСОВАНИЯ НА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛУГОВО-КАШТАНОВЫХ СОЛОНЦОВ

THE EFFECT OF SELF-RECLAMATION AND GYPSUM APPLICATION ON THERMO-PHYSICAL STATE OF MEADOW-CHESTNUT SOLONETZ SOILS

Ключевые слова: солонец, гипс, мелиорация, теплофизическое состояние, влажность, теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность.

Keywords: solonetz soil, gypsum, reclamation, thermo-physical state, moisture content, thermal capacity, thermal conductivity, thermal diffusivity.

Солонцовые комплексы широко вовлечены в пашню, хотя биологическая урожайность зерновых здесь низкая (не превышает 0,55 т/га). В этой связи актуальна проблема разработки приемов их мелиорации с целью повышения плодородия. Данные почвы могут быть улучшены путем гипсования, а также самомелиорации с использованием внутрисочвенных запасов кальциевых солей. Относительно высокое плодородие солонцов в сочетании с содержанием карбонатов (до 7%) на доступной глубине позволяет применить самомелиорацию, основным звеном которой является плантаж, рассчитанный на вовлечение почвенных карбонатов в пахотный слой. Для проверки эффективности мелиорации солонцов еще в 1974 г. был заложен опыт, включающий следующие варианты: контроль, гипсование в количестве 18 т/га на глубину 26 см и глубокая плантажная обработка на 50 см. На каштановой солонцеватой почве изучалась только эффективность плантажа. В результате химической мелиорации солонца все изменения были отмечены в слое внесения гипса, а плантаж привел к коренному изменению всего почвенного профиля как солонца, так и солонцеватой почвы. Как правило, под воздействием плантажной обработки теплоемкость снижалась, в то время как тепло- и температуропроводность росла. Кроме того, перемешивание почвенного профиля при плантаже привело не только к увеличению тепло- и температуропроводности, но и к смещению этих показателей в слое (20-30 см) лугово-каштановой почвы в сторону больших, а в солонце – меньших влажностей по сравнению с контролем.

Solonetz soil complexes are widely used as arable lands although the biological yield of grain crops is low (less than 0.55 t ha). In this regard, the topical issue is the development of methods for their reclamation with the goal of increasing soil fertility. These soils may be improved by gypsum application and self-reclamation by using internal soil reserves of calcium salts. The relatively high fertility of solonetz soils in combination with carbonate content of (up to 7%) at an accessible depth makes it possible to use self-reclamation; which main component is deep plowing aimed at the involvement of soil carbonates in the arable layer. As far back as 1974, to test the effectiveness of solonetz reclamation, the experiment was started which included the following variants: the control, gypsum application at a rate of 18 t ha to a depth of 26 cm and deep plowing to a depth of 50 cm. The effectiveness of deep plowing only was studied on chestnut solonetz soil. As a result of chemical reclamation of solonetz soils, all changes were found in the layer of gypsum application; and deep plowing led to a radical change of the entire soil profile of both solonetz and saline soils. As a rule, under the effect of deep plowing, thermal capacity decreased while thermal conductivity and thermal diffusivity increased. In addition, the intermixing of the soil profile during the deep plowing led both to increased thermal conductivity and thermal diffusivity and to the shift of these indices in the layer (20-30 cm) of the meadow-chestnut soil towards higher values and in the solonetz – lower moisture content values as compared to the control.

Макарычев Сергей Владимирович, д.б.н., проф., зав. каф. физики, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: phys_asau@rambler.ru.

Makarychev Sergey Vladimirovich, Dr. Bio. Sci., Prof., Head, Physics Dept., Altai State Agricultural University. E-mail: phys_asau@rambler.ru.

Введение

В Кулундинской степи солонцы и солонцеватые почвы приурочены к котловинам озер, дельтам ложбин древнего стока и другим крупным депрессиям. Только на территории Алтайского края они занимают 374 тыс. га и зачастую вовлекаются в производство, что обуславливает необходимость повышения их плодородия.

Вследствие особенностей формирования солонцовых комплексов их мелиоративные свойства различны. Наиболее полно изучены условия возникновения, распространение, свойства и пути мелиорации солонцов Кулундинкой степи [1].

В то же время теплофизическое состояние солонцов Кулунды исследовано недостаточно. Поэтому нами были изучены возможности мелиорации солонцов на террасах оз. Джера. Почвы здесь представлены комплексом лугово-каштановых

солонцов и солонцеватых почв. Грунтовые воды залегают на глубине 5 м [2]. Все почвы этого комплекса имеют слабое содово-сульфатное засоление. Аккумуляция карбонатов отмечена в гор. ВСК на глубине 32-54 см и доступна для вовлечения в пахотный слой с помощью плантажа. В составе карбонатов преобладает кальций (90%). Гипс в почвенном профиле в заметном количестве отсутствует [3].

Цель исследований заключается в изучении влияния агротехнических и мелиоративных приемов, направленных на оптимизацию теплофизического состояния мелиорированных почв.

Объекты и методы

Объектами исследований явились лугово-каштановые солонцы и солонцеватые почвы сухих степей. Теплофизические свойства определя-

лись с помощью импульсного метода [4], влажность измерялась весовым методом, остальные свойства почв изучались общепринятыми в почвоведении методами.

Результаты исследований

Солонцовые комплексы широко вовлечены в пашню, хотя биологическая урожайность зерновых здесь низкая (не превышает 0,55 т/га). В этой связи актуальна проблема разработки приемов их мелиорации с целью повышения плодородия.

Данные почвы могут быть улучшены путем гипсования, а также самомелиорации при плантажной обработке с использованием внутрипочвенных запасов кальциевых солей [5].

Относительно высокое плодородие солонцов в сочетании с содержанием карбонатов (до 7%) на доступной глубине позволяет применить самомелиорацию, основным звеном которой является плантаж, рассчитанный на вовлечение почвенных карбонатов в пахотный слой. Для проверки эффективности мелиорации солонцов еще в 1974 г. И.Т. Трофимовым был заложен опыт, включающий следующие варианты: контроль, гипсование в количестве 18 т/га на глубину 26 см и глубокая плантажная обработка на 50 см. На каштановой солонцеватой почве изучалась только эффективность плантажа.

Доза гипса была определена по методу донасыщения. Гипс вносился по отвальной вспашке в

слой 0-26 см. За 10 лет мелиорации даже в условиях сухой степи произошло рассолонцевание мелиорированного слоя как под воздействием гипсования, так и плантажной обработки.

Вовлечение в пахотный слой остатков иллювиального горизонта солонца с резко выраженными отрицательными свойствами ухудшило состояние пахотного слоя, но внесение гипса в то же время способствовало рассолению мелиорированной толщи. Содержание обменного натрия здесь уменьшилось с 16 до 3%.

Плантажная обработка также обусловила улучшение качеств 50 см слоя и насыщение его кальцием до 60-70% от емкости. В полной мере эффект от этого приема проявился только на четвертый год [6].

Улучшение физико-химических свойств засоленных почв оптимизировало физико-механические и теплофизические показатели. Повышение фильтрации обусловило промывку солей из пахотного и подпахотного горизонтов гипсованных солонцов. По плантажу к десятому году последствия рассолился весь корнеобитаемый слой почвы до глубины 60 см.

Проведенные нами исследования показали, что на контрольных участках величины объемной теплоемкости генетических горизонтов в абсолютно сухом состоянии как солонца, так и лугово-каштановой почвы довольно близки, за исключением гор. С (табл. 1).

Таблица 1

Теплофизические свойства генетических горизонтов немелиорированных солонцовых почв сухой степи (абс. сухое состояние)

Горизонт	Глубина, см	Объемный вес, кг/м ³	Объемная теплоемкость, $\times 10^{-6}$ Дж/(м ³ /К)	Температуропроводность, $\times 10^{-6}$ м ² /с	Теплопроводность, Вт/(м К)
Солонец лугово-каштановый малонатриевый					
AB1	0-22	1250	1,182	0,342	0,404
B1	22-26	1350	1,264	0,315	0,398
B2	26-34	1460	1,315	0,302	0,398
C	54-75	1470	1,379	0,289	0,400
Лугово-каштановая солонцеватая почва					
Ap	0-22	1300	1,278	0,320	0,409
AB	22-30	1400	1,330	0,268	0,356
BC	26-34	1280	1,207	0,355	0,428
C	54-75	1600	1,601	0,238	0,381

Тепло- и температуропроводность горизонтов немелиорированных почв также мало отличались, причем температуропроводность с глубиной снижалась, а теплопроводность оставалась практически неизменной.

В результате химической мелиорации солонца все изменения были отмечены в слое внесения гипса, а плантаж привел к коренному изменению всего почвенного профиля как солонца, так и солонцеватой почвы.

Гипсование солонца обусловило уменьшение объемной теплоемкости пахотного слоя. Так, на контроле она составила $1,128 \times 10^6$ Дж/(м³ К).

Вод влиянием гипсования возросли коэффициенты теплопередачи, хотя этот рост оказался слабее, чем при плантажной обработке. В частности температуропроводность при этом увеличилась на 12, а теплопроводность на 6% по сравнению с контролем. При плантаже эти показатели составили, соответственно, 21 и 19%.

Особенно заметны эти изменения при плантаже лугово-каштановой почвы (табл. 2).

Как правило, под воздействием плантажной обработки теплоемкость снижалась, в то время как тепло- и температуропроводность росли. Кроме того, перемешивание почвенного профиля при плантаже привело не только к увеличению тепло- и температуропроводности, но и к смещению этих показателей в слое (20-30 см) лугово-каштановой

почвы в сторону больших, а в солонце – меньших влажностей по сравнению с контролем.

Аналогичное влияние оказало внесение гипса. Так, на контроле в лугово-каштановой почве максимум температуропроводности и критическое значение теплопроводности наблюдались при влажности 12%, а после плантажа – при 16% от веса почвы. В солонце на контроле – при 25%, а после плантажа – тоже при 16%, в то время как после гипсования – при 18%.

Таким образом, мелиорация солонцов и каштановых солонцеватых почв сухой степи позволила сблизить максимальное проявление пародиффузионного механизма теплопередачи в пахотном горизонте, что особенно важно при орошении [7].

Мелиорация солонцовых комплексов заметно повлияла на динамику влажности и термических параметров в течение вегетационного периода. Лугово-каштановая почва летом 1988 года на контроле в течение вегетации испытывала иссушение с 10,8 до 8,3% от массы почвы. При плантажной обработке содержание влаги в почве практически не изменялось, но было выше, чем на контроле (13-15%). Это обусловило различия в термических показателях. Объемная теплоемкость на обработанном участке в течение всего лета была меньше, чем на контроле, из-за пониженной плотности сложения пахотного слоя.

Таблица 2

Теплофизические свойства мелиорированных засоленных почв сухой степи (абс. сухое состояние)

Глубина, см	Объемный вес, кг/м ³	Объемная теплоемкость, 10 ⁶ Дж/(м ³ К)	Температуропроводность, 10 ⁻⁶ м ² /с	Теплопроводность, Вт/(м К)
Солонец лугово-каштановой малонатриевый Гипс, 18 т/га				
0-20	1170	1,107	0,390	0,432
20-30	1390	1,274	0,356	0,454
Плантаж				
0-20	1180	1,157	0,431	0,499
20-30	1330	1,267	0,375	0,483
Лугово-каштановая солонцеватая почва Плантаж				
0-20	1140	1,052	0,396	0,417
20-30	1280	1,227	0,344	0,422

В то же время тепло- и температуропроводность здесь была выше и оказалась подвержена незначительным отклонениям. Это способствовало созданию более благоприятного гидротермического режима. В верхнем слое солонцов на всех вариантах влажность в течение летнего периода оставалась повышенной по сравнению с профилем лугово-каштановой почвы. Так, на контрольном участке она к июлю уменьшилась с 12 до 10%, а в августе составила 15%. Плантаж привел к росту влагосодержания с 13 до 18%.

На гипсованном участке динамика влажности оказалась аналогичной контрольному, поэтому характер изменения тепловых свойств здесь был одинаков.

Выводы

1. Вовлечение в пахотный слой остатков иллювиального горизонта солонца с резко выраженными отрицательными свойствами ухудшило состояние пахотного слоя, но внесение гипса в то же время способствовало рассолению мелиорированной толщи. Содержание обменного натрия здесь уменьшилось с 16 до 3%.

2. Улучшение физико-химических свойств засоленных почв оптимизировало физико-механические и теплофизические показатели. Повышение фильтрации обусловило промывку солей из пахотного и подпахотного горизонтов гипсованных солонцов. По плантажу к десятому году последствия рассолился весь корнеобитаемый слой почвы до глубины 60 см.

3. В результате химической мелиорации солонца все изменения были отмечены в слое внесения гипса, а плантаж привел к коренному изменению всего почвенного профиля как солонца, так и солонцеватой почвы.

Как правило, под воздействием плантажной обработки теплоемкость снижалась, в то время как тепло- и температуропроводность росли. Кроме того, перемешивание почвенного профиля при плантаже привело не только к увеличению тепло- и температуропроводности, но и к смещению этих показателей в слое (20-30 см) лугово-каштановой почвы в сторону больших, а в солонце – меньших влажностей по сравнению с контролем.

Библиографический список

1. Макарычев С.В. Теплофизические свойства почв Юго-Западной Сибири: автореф. дис. ... докт. биол. наук. – М.: МГУ им. М. В. Ломоносова, 1993. – 32 с.
2. Трофимов И.Т., Чижилова Н.П. Химико-минералогический состав черноземов и засоленных почв Предалтайской провинции // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2007. – № 2 (28). – С. 19-28.
3. Макарычев С.В., Беховых Ю.В., Болотов А.Г. и др. Теплофизическое состояние почв Алтая в условиях антропогенеза. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – 362 с.
4. Болотов А.Г. Теплофизическое состояние почв и совершенствование инструментальной базы для его исследований: дис. ... канд. с.-х. наук. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2003. – 22 с.
5. Трофимов И.Т., Чижилова Н.П., Гладков Ю.А., Толстов М.В., Чернецова Н.В. Влияние бессменных культур и пара на свойства солонцов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2002. – № 3. – С. 159-166.
6. Трофимов И.Т., Чернецова Н.В. Структурное состояние и генезис водопрочных агрегатов каштановых почв Кулундинской степи // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст. в 3 кн. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2007. – Кн. 1. – С. 253-257.
7. Макарычев С.В. Теплофизические свойства каштановых почв Кулундинской степи // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3 (137). – С. 54-58.

References

1. Makarychev S.V. Teplofizicheskie svoystva pochv Yugo-Zapadnoy Sibiri: avtoref. diss. ... doktora biologicheskikh nauk: 06.01.03. – M.: MGU im. M.V. Lomonosova, 1993. – 32 s.
2. Trofimov I.T., Chizhikova N.P. Khimiko-minerologicheskiy sostav chernozemov i zasolennykh pochv Predaltayskoy provintsii // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2007. – No. 2 (28). – S. 19-28.
3. Makarychev S.V., Bekhovykh Yu.V., Bolotov A.G. i dr. Teplofizicheskoe sostoyanie pochv

Altaya v usloviyakh antropogeneza. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2006. – 362 s.

4. Bolotov A.G. Teplofizicheskoe sostoyanie pochv i sovershenstvovanie instrumentalnoy bazy dlya ego issledovaniy: diss. ... kand. s.-kh. nauk. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2003. – 22 s.

5. Trofimov I.T., Chizhikova N.P., Gladkov Yu.A., Tolstov M.V., Chernetsova N.V. Vliyanie bessmennykh kultur i para na svoystva solontsov // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2002. – No. 3. – S. 159-166.

6. Trofimov I.T., Chernetsova N.V. Strukturnoe sostoyanie i genezis vodoprochnykh agregatov kashtanovykh pochv Kulundinskoj stepi // Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaystvu: sbornik statey. V 3 kn. / II Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2007. – Kn. 1. – S. 253-257.

7. Makarychev S.V. Teplofizicheskie svoystva kashtanovykh pochv Kulundinskoj stepi // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – No. 3 (137). – S. 54-58.



УДК 631.452:631.445. 51

П.Н. Назаренко, Д.В. Пургин, В.И. Кравченко
P.N. Nazarenko, D.V. Purgin, V.I. Kravchenko

ВЛИЯНИЕ СЕВОБОРОТОВ, ОБРАБОТКИ НА СОСТОЯНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ ЗА 50 ЛЕТ ИНТЕНСИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПАШНЕ В УСЛОВИЯХ КУЛУНДИНСКОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

THE EFFECT OF CROP ROTATION AND TILLAGE ON FERTILITY INDICES OF CHESTNUT SOIL FOR 50 YEARS OF INTENSIVE USE AS ARABLE LAND UNDER THE CONDITIONS OF THE KULUNDA STEPPE OF THE ALTAI REGION

Ключевые слова: полевой севооборот, сельскохозяйственная культура, гумус, групповой состав гумуса, химические свойства почвы, урожайность, обработка почвы.

Рассматривается влияние сельскохозяйственных культур в полевых севооборотах на изменение плодородия каштановой почвы за 50 лет использования пашни в длительном стационарном опыте Кулундинской СХОС ФБГНУ ФАНЦА. Объектами исследований были каштановая почва и сельскохозяйственные культуры в полевых севооборотах. Почва опытного участка супесчаная каштановая, малогумусная, рН близкий к нейтральному, достаточно обеспечена калием, средне – фосфором и недостаточно – азотом. Исследования проводили в трех бессменных культурах и в пяти полевых севооборотах, насыщенных яровой пшеницей, овсом, просом, кукурузой, подсолнечником, нутом, многолетними травами и чистым паром. Посев и уход за посевами осуществляли с соблюдением элементов технологий, принятых в Кулундинской степи. Все наблюдения и учеты осуществляли по общепринятым методикам. Результаты проведенных исследований показали, что при различном сельскохозяйственном использовании в морфологическом профиле каштановой почвы Кулундинской степи произошли

заметные изменения свойств – снижается мощность гумусового слоя и меняется уровень залегания «карбонатного пояса». Введение чистого пара в севооборот вызывают потерю гумуса в пахотном слое, а сам карбонатный слой становится размытым. Под многолетними травами и в зернопаровом севообороте эти процессы сведены до минимума. Илистая фракция сохраняется, гранулометрический состав несколько утяжеляется, что способствует окультуриванию почвы. За 50 лет использования пашни сельскохозяйственными культурами в четырехпольном зернопаровом севообороте произошло снижение содержания гумуса на 23%. В последний десятилетний период его содержание стабилизировалось на уровне 1,56%, однако это не отразилось негативно на урожайности зерновых культур.

Keywords: crop rotation, crop, humus, group composition of humus, soil chemical properties, crop yielding capacity, tillage.

This paper discusses the role of agricultural crops in field crop rotations on the change of chestnut soil fertility over 50 years of the use as arable land in long-term stationary experiment at the Kulunda Agricultural Experimental Station of the Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies.