

4. Vol'nov V.V., Mukhin V.N. Optimizatsiya erozionnoopasnykh agrolandshaftov v Altaiskom krae: monografiya. – Ros. akad. sel'khoz. nauk. Sib. region. otd-nie, GNU Altaiskii NISKh. – Barnaul, 2014. – 177 s.

5. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta. Izd. 5-e, dop. i pererab. – M.: Agropromizdat, 1985. – 350 s.

6. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv. – M.: Izd-vo MGU, 1970. – 487 s.

7. Lopyrev M.I. Osnovy agrolandshaftovedeniya: uchebnoe posobie. – Voronezh: Izd-vo VGU, 1995. – 184 s.

8. Tkachenko V.G. Konturno-meliorativnoe zemledelie v Altaiskom krae // Zemledelie. – 1986. – № 11. – S. 22-23.

9. Vol'nov V.V. Rol' konstruktsii polezashchitnykh polos v optimizatsii agrolandshaftov Altaiskogo kraja // Sib. vestnik s.-kh. nauki. – 2009. – № 2. – S. 5-12.



УДК 631.4:587 (571.15)

С.В. Макарычев, В.Г. Жарков
S.V. Makarychev, V.G. Zharkov

ЗАПАСЫ ТЕПЛА И ВЛАГИ В ПРОФИЛЕ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ДАЙКОНА

HEAT AND MOISTURE RESERVES IN THE PROFILE OF LEACHED CHERNOZEM WHEN CULTIVATING DAIKON RADISH

Ключевые слова: дайкон, температура, влажность, общие и продуктивные запасы влаги, теплоемкость, тепло- и теплопроводность.

Дайкон является одной из овощных культур, которая отличается высокими вкусовыми качествами корнеплодов. Он требователен к влаге, не переносит почвенной и воздушной засухи. Это растение длинного дня. В связи с этим была поставлена цель – изучить распределение температуры и влажности как по профилю чернозема, так и во времени. Кроме того, были определены теплофизические свойства его генетических горизонтов. Оказалось, что при экранировании поверхности чернозема соломой имело место понижение температур в метровом слое почвы. В то же время глубокая обработка без мульчи обусловила более сильное прогревание профиля. На участках с мелкой обработкой как при мульчировании, так и без него влагозапасы оказались практически одинаковы. В то же время глубокая обработка с мульчей привела увеличению запасов влаги в почве. Оказалось, что при влажностях, соответствующих той или иной гидроконстанте, качественный характер изменения теплофизических коэффициентов по профилю чернозема остается почти неизменным, хотя степень изменения их при этом разная. То же можно сказать и о динамике теплоаккумуляции и теплопереноса в связи с меняющейся влажностью.

Keywords: daikon radish, temperature, moisture content, general and productive moisture reserves, heat capacity, thermal conductivity, thermal diffusivity.

Daikon radish is a vegetable that features high flavor qualities of its roots. It requires adequate moisture and does not tolerate soil and air drought. This is a long-day plant. In this regard, the research goal was to study the distribution of temperature and moisture both throughout chernozem profile and over the time. In addition, the thermo-physical properties of its genetic horizons were determined. It was found that the insulation of chernozem surface with straw caused the decrease of temperature in one meter soil layer. At the same time, deep tillage without mulching resulted in greater heating of the profile. In the plots with shallow tillage both with and without mulching the moisture reserves were almost the same. Deep tillage with mulching caused the increase of soil moisture reserves. It was also found that at the moisture content which corresponded to this or that hydrologic constant, the qualitative pattern of the thermo-physical coefficients' changes throughout chernozem profile remained almost unchanged, although the degree of the change was different. The same may be stated about the dynamics of heat accumulation and heat transfer in terms of changing moisture content.

Макарычев Сергей Владимирович, д.б.н., проф., зав. каф. физики, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-83-53. E-mail: makar@asau.ru.

Жарков Владимир Геннадьевич, аспирант, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: makar@asau.ru.

Makarychev Sergey Vladimirovich, Dr. Bio. Sci., Prof., Head, Physics Dept., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-53. E-mail: makar@asau.ru.

Zharkov Vladimir Gennadyevich, Post-Graduate Student, Altai State Agricultural University. E-mail: makar@asau.ru.

Введение

Дайкон является одной из овощных культур, которая отличается высокими вкусовыми качествами корнеплодов. Он содержит соли калия, кальция, клетчатку, пектиновые вещества, витамин С. Дайкон обладает целебными свойствами, обусловленными содержанием гликозидов, фитонцидов и белковых веществ сложной структуры, сдерживающих рост бактерий, способен очищать печень и почки, в том числе растворять камни [1].

Листья дайкона черешковые крупные светло-зеленые или темно-зеленые. Края листа зубчатые, поверхность гладкая или морщинистая. Корневая система стержневая, глубоко проникающая в почву. Корнеплод имеет сложное строение, может достигать в длину 1 м и диаметром от 2 до 25 см в зависимости от сорта [2].

Это холодостойкое, светлюбивое и влаголюбивое растение. Оптимальная температура для роста и развития 14-26⁰С. При температуре выше 30⁰С растения угнетаются. Дайкон требователен к влаге, как капуста. Не переносит почвенной и воздушной засухи. Он хорошо растет лишь на удобренных, богатых гумусом, легких, песчаных почвах. Это растение длинного дня [3].

Лучшее время для выращивания дайкона – весна и осень. Осенью должна быть проведена глубокая до 30 см вспашка, а перед уходом в зиму – глубокое рыхление. В начале апреля проводят посев на глубину 2,0-2,5 см. Оптимальная схема посева 30х20 см. При таких условиях растения не затеняют друг друга. Вегетационный период составляет 50-70 дней. За вегетацию проводят 5-6 поливов нормой 350 л на 10 м² за один полив.

Результаты исследований

Полевые исследования были организованы на участках опытного поля АГАУ в 2013 г. Нами были апробированы четыре варианта обработки почвы перед посевом: мелкая и глубокая с мульчированием соломой слоем 3-4 см и без мульчирования. Размер опытных делянок составлял 10х2,5 м.

Целью исследований было изучение динамики температуры и влажности в профиле чернозема выщелоченного при выращивании дайкона. Для ее достижения решалась **задача** определения температуры в его профиле через 10 см **методом** зондового электротермометра [4, 5]. Для измерения влажности использовался **весовой метод**. Теплофизические характеристики рассчитывались **по методике** С.В. Макарычева [6, 7].

Для выявления температурных различий на указанных выше вариантах была рассчитана суммарная температура метрового слоя почвы (табл. 1).

Анализируя данные таблицы 1, можно отметить, что в течение срока наблюдений с конца мая до середины июля 2013 г. профиль чернозема при глубокой обработке без мульчи прогревался лучше. Здесь в мае сумма температур в слое 0-100 см в 13:00 составила 131,9⁰С. На участке с мелкой обработкой без мульчи она на 3 градуса ниже. Минимальная температура зафиксирована при глубокой обработке с мульчированием соломой – 111⁰С. Такое распределение температур по вариантам опыта сохранялось до конца июня. К середине июля растительные остатки трансформировались, и при ясной солнечной погоде суммарная температура профилей почвы выровнялась.

Можно отметить, что экранирование поверхности чернозема мульчей обусловило пониженные значения температур в метровом слое почвы. При сравнении участков с разными обработками без мульчи оказалось, что глубокая обработка определила повышенные температуры чернозема.

Таблица 2 содержит данные по запасам влаги в метровом слое чернозема.

Оказалось, что на участках с мелкой обработкой как при мульчировании, так и без него общие и продуктивные запасы влаги практически одинаковы.

Глубокая обработка с мульчей обусловила увеличение запасов влаги. Наиболее заметно это 17.07.13, когда на участке с мульчей продуктивные влагозапасы составили 102,4 мм, тогда как без мульчи – только 76,4 мм. При мелкой обработке таких различий не наблюдалось. На всех остальных вариантах продуктивные запасы влаги на этот срок были еще ниже (около 61-63 мм). Следует отметить также, что в июне наименее увлажненным оказался профиль по глубокой обработке без мульчи. Результаты теплофизических исследований представлены в таблице 3.

Теплофизические свойства генетических горизонтов чернозема определяются прежде всего таким консервативным показателем, как гранулометрический состав. Большую роль в распределении коэффициентов теплоаккумуляции и теплопередачи в почвенном профиле играют также плотность сложения и содержание гумуса [8].

Как было показано, почвенная толща исследованных черноземов по гранулометрическому составу неоднородна. Пахотный слой среднесуглинистый, подпахотный легкосуглинистый. Иллювиальный горизонт представлен тяжелым суглинком, который сменяется легким. Согласно полученным данным (табл. 3), объемная теплоемкость абсолютно сухого чернозема с глубиной увеличивается с 0,945 до 2,923·10⁶ Дж/(м³·К), т.е. на 209%, что вызвано главным образом почвенным уплотнением.

Эти данные показывают, что при влажностях, соответствующих той или иной гидрологической константе, качественный характер изменения теплофизических коэффициентов по профилю чернозема остается почти неизменным, хотя степень изменения их при этом разная. То же можно сказать и о динамике коэффициентов теплоаккумуляции и теплопереноса в каждом генетическом горизонте в связи с меняющейся влажностью.

Эти данные показывают, что при влажностях, соответствующих той или иной гидрологической константе, качественный характер изменения теплофизических коэффициентов по профилю чернозема остается почти неизменным, хотя степень изменения их при этом разная. То же можно сказать и о динамике коэффициентов теплоаккумуляции и теплопереноса в каждом генетическом горизонте в связи с меняющейся влажностью.

Таблица 1

Сумма температур в профиле чернозема выщелоченного в 13:00 ч

Срок Вариант	25.05.13	04.06.13	08.06.13	13.06.13	17.07.13
I	128,1	139,1	166,3	157,9	174,2
II	131,9	140,8	173,8	157,1	180,1
III	117,1	134,4	178,9	142,4	182,1
IV	111,0	133,7	153,2	156,0	181,0

Примечание. I – мелкая обработка без мульчи; II – глубокая обработка без мульчи; III – мелкая обработка с мульчей; IV – глубокая обработка без мульчи

Таблица 2

Общие (числитель) и продуктивные (знаменатель) запасы влаги, мм

Срок Вариант	13.06.13	18.06.13	17.07.13
I	295,2	289,9	141,9
	216,8	211,4	63,4
II	286,0	270,2	155,2
	207,5	191,5	76,4
III	294,3	288,3	139,9
	215,8	209,8	61,4
IV	297,1	290,6	180,3
	218,6	212,1	102,4

Таблица 3

Объемная теплоемкость (C_p , Дж/(м³·К)), температуропроводность (α , м²/с), теплопроводность (λ , Вт/(м·К)) и теплоусвояемость (b , Дж/(м²·К·с^{1/2})) генетических горизонтов выщелоченного чернозема при различной степени увлажнения (разрез 1)

0-20 см						
	сухая	МГ	ВЗ	ВРК	НВ	ПВ
$C_p \cdot 10^6$	0,945	1,230	1,331	1,835	2,143	3,170
$\alpha \cdot 10^{-6}$	0,390	0,484	0,532	0,623	0,578	0,420
λ	0,369	0,595	0,708	1,143	1,239	1,331
$b \cdot 10^{-3}$	0,590	0,856	0,971	1,448	1,629	2,054
20-30 см						
$C_p \cdot 10^6$	1,359	1,546	1,615	2,02	2,29	3,383
$\alpha \cdot 10^{-6}$	0,372	0,510	0,560	0,764	0,605	0,406
λ	0,506	0,789	0,905	1,541	1,389	1,373
$b \cdot 10^{-3}$	0,829	1,104	1,209	1,766	1,757	2,293
50-60 см						
$C_p \cdot 10^6$	2,125	2,418	2,511	2,9	3,13	3,817
$\alpha \cdot 10^{-6}$	0,260	0,320	0,386	0,435	0,412	0,380
λ	0,553	0,773	0,969	1,325	1,402	1,375
$b \cdot 10^{-3}$	1,084	1,368	1,560	1,91	2,18	2,350
90-100 см						
$C_p \cdot 10^6$	2,923	3,099	3,162	3,459	3,677	4,113
$\alpha \cdot 10^{-6}$	0,286	0,360	0,515	0,604	0,560	0,443
λ	0,836	1,116	1,628	2,089	2,059	1,822
$b \cdot 10^{-3}$	1,563	1,859	2,269	2,688	2,752	2,479

Так, при одинаковых гидроконстантах объемная теплоемкость и теплопроводность имеют наименьшие значения в пахотном слое, а с глубиной они закономерно увеличиваются. Например, при влажности завядания теплоемкость возрастает при переходе от А_п к С на 138%, а при наименьшей влагоемкости – только на 72%. Теплопроводность при этом меняется, соответственно, на 130 и 66%. Таким образом, можно сделать вывод, что с повышением влажности почвы значения теплофизических коэффициентов в профиле имеют тенденцию к выравниванию.

Качественный характер изменения теплопроводности почвы в зависимости от влажности во всех горизонтах также одинаков. Общим является то, что коэффициент теплопроводности того или иного горизонта почвы довольно интенсивно растет с увеличением влажности и достигает максимального значения при влажности разрыва капиллярных связей (ВРК). Кроме того, максимумы теплопроводности почвы при переходе от пахотного горизонта к почвообразующей породе сдвигаются в сторону меньших влажностей. Причем эти максимумы с глубиной становятся острее, т.е. подъем и спад теплопроводности почвы с ростом влажности в горизонтах супесчаного механического состава происходят резче и в более узком диапазоне влажности, чем в более дисперсных суглинистых горизонтах.

Таким образом, затухающий эффект тепло- и теплопроводности с ростом увлажнения в разных горизонтах чернозема проявляется при различной влажности: в среднесуглинистом горизонте А_п – при влажностях 21-23% от веса почвы, в легкосуглинистом горизонте АВ – при 15-16%, а в супесчаном горизонте С – при 9-11%. Следовательно, в горизонтах легкого гранулометрического состава коэффициенты тепло- и теплопроводности начинают расти и достигают максимальных значений при меньших влажностях, чем в горизонтах более тяжелого.

Важно подчеркнуть, что указанные пределы влажности как в горизонтах суглинистого гранулометрического состава (А, АВ), так и супесчаного (В, С) соответствуют определенной стадии почвенного увлажнения. В первом случае эта влажность близка к ВРК, а во втором – соответствует наименьшей влагоемкости (НВ).

Выводы

Экранирование поверхности чернозема мульчей обусловило пониженные значения температур в метровом слое чернозема. Сравнение участков с разными обработками без мульчи показало, что глубокая обработка обеспечила повышенные температуры.

На участках с мелкой обработкой как при мульчировании, так и без него общие и продуктивные запасы влаги были практически одинаковы. Глубокая обработка с мульчей обусловила увеличение запасов влаги.

Качественный характер изменения теплофизических коэффициентов по профилю чернозема остается практически неизменным, хотя степень их изменения при этом разная. При одинаковых гидроконстантах объемная теплоемкость и теплопроводность имеют наименьшие значения в пахотном слое, закономерно увеличиваясь с глубиной. Коэффициент теплопроводности имеет максимум близкий к ВРК в суглинистых почвах, а в супесчаных – к НВ.

Библиографический список

1. Бунин С.М. Дайкон – качественно новый для России овощ // Картофель и овощи. – 1994. – № 3. – С. 24-26.
2. Бунин М.С., Старцев В.И. Столовые корнеплоды грибовских селекционеров // Труды ВНИИССОК. – М., 1995. – Т. 2. – С. 42-46.
3. Лудилов В.А., Иванова М.И. Всё об овощах. – М., 2010. – С. 98-100.
4. Макарычев С.В., Мазиров М.А. Теплофизика почв: методы и свойства. – Суздаль, 1996. – Т. 1. – 231 с.
5. Болотов А.Г., Макарычев С.В., Левин А.А. Применение цифровых датчиков при измерении температуры почвы // Проблемы рационального пользования в Алтайском крае. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2005. – С. 159-161.
6. Макарычев С.В. Способ определения удельной теплоемкости почв // Патент РФ № 4914260/15. – Бюл. № 3. – 3 с.
7. Макарычев С.В. Способ определения теплопроводности почв // Патент РФ № 5041500/25. – Бюл. № 29. – 3 с.
8. Макарычев С.В., Величкина С.В. Теплофизические свойства и гидротермические режимы черноземов выщелоченных в зернопаровом севообороте. – Барнаул: РИО АГАУ, 2013. – 112 с.

References

1. Bunin S.M. Daikon – kachestvenno novyi dlya Rossii ovoshch // Kartoffel' i ovoshchi. – 1994. – № 3. – S. 24-26.
2. Bunin M.S., Startsev V.I. Stolovyye korneplody gribovskikh selektsionerov // Trudy VNISSOK. – M., 1995. – T. 2. – S. 42-46.
3. Ludilov V.A., Ivanova M.I. Vse ob ovoshchakh. – M., 2010. – S. 98-100.
4. Makarychev S.V., Mazirov M.A. Teplofizika pochv: metody i svoistva. – Suzdal', 1996. – T. 1. – 231 s.

5. Bolotov A.G., Makarychev S.V., Levin A.A. Primenenie tsifrovyykh datchikov pri izmerenii temperatury pochvy // Problemy ratsional'nogo pol'zovaniya v Altaiskom krae. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2005. – S. 159-161.

6. Makarychev S.V. Sposob opredeleniya udel'noi teploemkosti pochvy // Patent RF № 4914260/15. – Byul. № 3. – 3 s.

7. Makarychev S.V. Sposob opredeleniya teploprovodnosti pochvy // Patent RF № 5041500/25. – Byul. № 29. – 3 s.

8. Makarychev S.V., Velichkina S.V. Teplofizicheskie svoystva i gidrotermicheskie rezhimy chernozemov vyshchelochennykh v zernoparovom sevooborote. – Barnaul: RIO AGAU, 2013. – 112 s.



УДК 631.6:631.894:634.743 (5714.15)

Н.В. Михайлова, В.В. Вольнов
N.V. Mikhaylova, V.V. Volnov

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ И УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА САЖЕНЦЕВ ОБЛЕПИХИ И ЖИМОЛОСТИ

THE USE OF GREEN MANURE CROPS TO RECLAIM DISTURBED LANDS AND IMPROVE THE QUALITY OF SEA-BUCKTHORN AND HONEYSUCKLE SEEDLINGS

Ключевые слова: чистый пар, минерализация, темно-серые лесные почвы, сидераты, водопроницаемость, плотность, структура, саженцы, рентабельность.

Причины снижения плодородия почв в садоводстве Западной Сибири кроются в проявлении эрозийных процессов, малого поступления органического вещества, его высокой минерализации, несоблюдении севооборотов, неиспользовании органических удобрений. Это приводит к ухудшению водно-физического, водно-химических свойств почвы, к большому отходу саженцев, слабому росту растений в саду. В питомнике НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко проведены исследования по замене чистого пара на сидеральный при выращивании саженцев облепихи и жимолости. Парозанимающими культурами были донник, озимые рожь и вика. Исследования показали, что с сидератами в почву ежегодно поступает 11,0-12,1 т/га сухого вещества корневой и растительной массы, которая за 3 мес. разлагается на 64-70%, за 12 мес. – на 78-88%, при этом в почве бактериями при разложении донника мобилизуется 225 кг/га азота, 110 кг/га фосфора, 249 кг/га калия, при разложении озимых ржи и вики – 137, 67, 162 кг/га соответственно. Водопроницаемость почвы увеличилась в 1,7 раза, содержание агрегатов в почве – на 10-11% относительно чистого пара. Использование сидеральных культур способствовало увеличению выхода первосортных саженцев облепихи на 15-21%, жимолости – на 12-24% относительно контроля. Высота саженцев была выше на 12-14 см. Уровень рентабельности при выращивании саженцев облепихи по сидеральному пару превышал контроль на 8-10%, при выращивании жимолости – на 8-16%. Рекультивация нарушенных земель в садоводстве Западной Сибири возможна путём пополнения органического вещества в почву в виде сидератов.

Keywords: bare fallow, mineralization, dark gray forest soils, green manure crops, water permeability, density, structure, seedlings, profitability.

The reasons of soil fertility decline in the gardening of West Siberia are as following: erosion development, small rates of organic matter application, high mineralization of organic matter, improper garden crop rotations and no organic fertilizer application. This leads to the deterioration of soil hydro-physical and hydro-chemical properties, great seedling loss and weak plant growth in gardens. The research on the substitution of bare fallow with green-manured fallow when growing seedlings of sea-buckthorn and honeysuckle was conducted at the nursery of the Research Institute of Gardening in Siberia named after M.A. Lisavenko. The green-manure crops were melilot, winter rye and winter vetch. It has been found that the green-manure crops annually add to the soil 11.0-12.1 t ha of dry matter from plant and root residues; the dry matter decomposes up to 64-70% in three months, and up to 78-88% in 12 months; during melilot decomposition the soil bacteria mobilize 225 kg ha of nitrogen, 110 kg ha of phosphorus, and 249 kg ha of potassium; during winter rye and winter vetch decomposition those figures are 137, 67, and 162 kg ha, respectively. Soil water permeability increased 1.7 times, and the content of soil aggregates increased by 10-11% as compared to bare fallow. The use of green manure crops contributed to increased production of first-grade sea-buckthorn seedlings (by 15-21%), and honeysuckle seedlings (by 12-24%) as compared to the control. The seedlings were higher by 12-14 cm. The profitability level of growing sea-buckthorn seedlings after green-manured fallow exceeded that of the control by 8-10%; and that of honeysuckle made 8-16%. The reclamation of disturbed lands in West Siberia gardening is possible by organic matter application in the form of green manure.