

УДК: 633.34:631.432.2

С.И. Камбулов, доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник;
Ю.А. Семенихина, кандидат технических наук, научный сотрудник;
В.Б. Рыков, доктор технических наук, главный научный сотрудник;
В.В. Колесник, научный сотрудник;
А.С. Попов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»
(347740, г. Зерноград, Научный городок, 3
Тел.: 8 (863-59) 41-6-91; email: kambulov.s@mail.ru)

ДИНАМИКА ВЛАЖНОСТИ ОБРАБАТЫВАЕМОГО СЛОЯ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОИ

В статье рассмотрены возможности влияния на динамику влажности почвы с помощью агротехнических мероприятий, а также представлены результаты исследований по определению влажности в различных слоях в условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения юга России. Экспериментальные исследования выполнены на опытных полях ФГБНУ «АНЦ «Донской» структурного подразделения «СКНИИМЭСХ» (г. Зерноград, Ростовская область) в условиях многолетнего стационарного опыта при возделывании сои по различным технологиям (традиционная, нулевая). Учет влажности почвы проводился на глубине 30 и 60 см с помощью датчиков влажности. Диапазон измеряемых значений относительной влажности – от 0 до 100%: точность измерений $\pm 3\%$ при температуре 25°C для диапазона 10-90%, за пределами этого диапазона точность измерений $\pm 5\%$. Для накопления данных использовали регистратор (метеостанция) Watch Dog серии 1400 Micro. Цель исследований заключалась в определении и сравнении влияния способов обработки почвы на показатель влажности в почве на различных уровнях. На основании проведенных исследований установлено, что способы обработки почвы оказывают влияние на влажность почвы. Средняя влажность почвы на необработанном фоне ниже на 23% по сравнению с влажностью почвы на фоне, обработанном по традиционной технологии. Почва как динамическая система преобразует входной сигнал (относительная влажность окружающего воздуха) так, что он уменьшается по величине и по скорости изменения (динамичности). Эти особенности почвы определяются как способами обработки, так и её составом, так как различная структура почвы и её составляющие, определяющие эту структуру, имеют различную влагопроводность, влагоёмкость и влагоудерживающую способность.

Ключевые слова: влажность почвы, динамика, обработка почвы, технология, корреляция.

S.I. Kambulov, Doctor of Technical Sciences, docent, research officer;
Yu.A. Semenikhina, Candidate of Technical Sciences, docent, main research officer;
V.B. Rykov, Doctor of Technical Sciences, senior research officer, main officer of the
department of mechanization in plant-growing;
A.S. Popov, Candidate of Agricultural Sciences, leading research officer ,
FSBSI Agricultural Research center 'Donskoy'
(347740, Zernograd, Rostov region, 3; tel.: 8 (863-59) 41-6-91; email:
kambulov.s@mail.ru)

MOISTURE DYNAMICS OF THE CULTIVATED SOIL LAYER WHILE SOYBEAN CULTIVATION

The article considers the possibilities of agro technical measures to influence on the dynamics of soil moisture. The article presents the study results of the moisture determination in various soil layers in conditions of insufficient and unstable moistening of the south of Russia. The trials were made in the experimental plots of the NCRIMEA (the structural department of the FSBSI 'ARC 'Donskoy', Zernograd of the Rostov region) in the conditions of long-term stationary experiment when cultivating soybean by various technologies (traditional, zero). The moisture content of the soil was taken into account at a depth of 30 and 60 cm using humidity sensors. The measured relative humidity values ranges from 0 to 100%, the accuracy of measurements is $\pm 3\%$ at a temperature of 25°C for a range of 10-90%, beyond this range, the measurement accuracy is $\pm 5\%$. To accumulate data, the registration device (a meteostation) 'Watch Dog 1400 Micro' was used. The aim of the research was to determine and compare the influence of soil treatment methods on the moisture index in the soil at various levels. The conducted studies established that soil treatment methods had an effect on soil moisture. The average moisture content of the soil on the untreated background is on 23% lower compared to the moisture content of the soil treated by traditional technology. Soil as a dynamic system converts the input signal (the relative humidity of the surrounding air) so that it decreases in magnitude and in the rate of change (dynamism). These features of the soil are determined both by the methods of treatment and by its composition, since the different structure of the soil and its components that determine this structure have different moisture conductivity, moisture capacity, and moisture retention capacity.

Keywords: *soil moisture, dynamics, soil treatment, technology, correlation.*

Введение. Влажность почвы на всех этапах развития растений имеет большое значение. При этом как недостаточное количество влаги, так и её избыток оказывают неблагоприятное влияние на это развитие [1].

Необходимость изучения динамики влажности обрабатываемого слоя почвы вызывается тем, что именно на первом этапе своего развития растения очень

чувствительны к влажности этого слоя почвы. При созревании растений потребности к влажности почвы снижаются, а вот недостаток влаги при посеве и развитии всходов вообще может привести к гибели растений.

Динамику влажности почвы обеспечивают такие её свойства, как влагоемкость (способность удерживать определенное количество влаги), водопроницаемость (способность пропускать сквозь себя воду), водоподъемность (способность поднимать воду по волосным промежуткам между частичками почвы), испаряемость и гигроскопичность [2]. Сами эти свойства во многом определяются структурой почвы, а это значит, что динамику влажности можно регулировать различными способами её обработки.

Материалы и методы. Исследования выполнены в 2014-2016 гг. в условиях многолетнего стационарного опыта на полях ФГБНУ «АНЦ «Донской» структурного подразделения «СКНИИМЭСХ» (г. Зерноград, Ростовская область). Почвенный покров представлен черноземом обыкновенным с содержанием гумуса 3,2%. Среднегодовые значения по количеству осадков – 562-600 мм, температуре воздуха – $9,6^{\circ}\text{C}$, влажности воздуха – 56% [3].

Для определения влажности почвы используются регистратор (метеостанции) Watch Dog серии 1400 Micro. Регистратор предназначен для автоматической регистрации и записи экологических данных (влажности и температуры) почвы на протяжении заданного времени. Диапазон измеряемых значений относительной влажности – от 0 до 100%: точность измерений $\pm 3\%$ при температуре 25°C для диапазона 10-90%, за пределами этого диапазона точность диапазона $\pm 5\%$.

При проведении экспериментальных исследований датчики измерения влажности почвы были установлены на различных фонах при возделывании сои по традиционной и нулевой технологиям. Обработку почвы по традиционной технологии проводили комбинированным агрегатом УНС-3 с плоскорезными рабочими органами [4, 5]. На этом фоне датчики были установлены на глубине 30 см. На фоне нулевой технологии датчики были установлены на глубине 30 и 60 см.

Таким образом, размещение датчиков метеостанции позволило сравнить динамику влажности почвы по глубине и по технологии возделывания сои.

Результаты. На рисунке 1 приведена динамика влажности почвы за три месяца наблюдений (с 10.06.2015 по 10.09.2015).

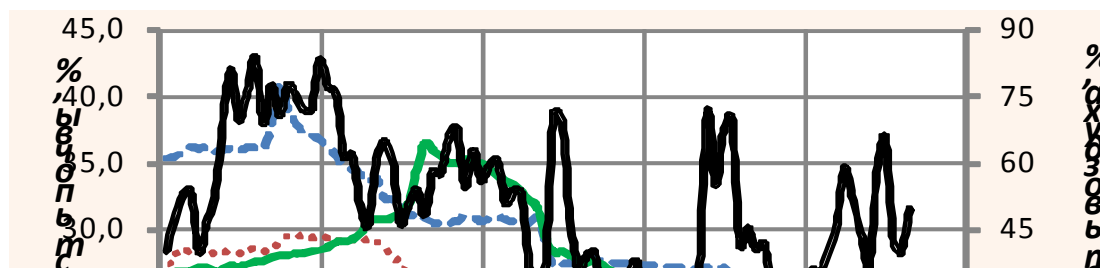


Рис. 1. Динамика влажности почвы и относительной влажности
окружающего воздуха при проведении исследований

Необходимо отметить, что при проведении экспериментальных исследований проводили наблюдения и за относительной влажностью окружающего воздуха, изменения которой также приведены на рисунке 1. При этом на рисунке введены следующие обозначения: Б30–влажность почвы на глубине 30 см на делянке, обработанной по базовой технологии при возделывании сои; Н30, Н60–влажность почвы на глубине 30 и 60 см на делянке, обработанной по нулевой технологии при возделывании сои.

Поскольку осадки за период наблюдений были незначительными и выпадали не равномерно (см.таблицу), в качестве входной величины принята относительная влажность воздуха.

Анализ табличных данных подтверждает, что наибольшие пики по осадкам совпадают с пиками относительной влажности воздуха, что указывает на среднюю положительную корреляцию ($r = 0,633$).

Динамика осадков при проведении экспериментальных исследований

Календарный день	Порядковый день	Осадки, мм	Календарный день	Порядковый день	Осадки, мм
15.06.15	6	0,3	03.07.15	24	11
18.06.15	9	0,9	06.07.15	27	2,3
20.06.15	11	20,0	07.07.15	28	0,6
23.06.15	14	60,7	15.07.15	36	1,8
24.06.15	15	6,3	16.07.15	37	14,0
25.06.15	16	2,0	28.07.15	49	2,0

28.06.15	19	2,1	16.08.15	68	6,5
29.06.15	20	1,6	18.08.15	70	4,9
01.07.15	22	0,5	19.08.15	71	3,4

Основной особенностью протекания процессов изменения относительной влажности окружающего воздуха и влажности почвы является наличие тренда, т.е. с увеличением времени наблюдений влажность уменьшалась.

Кроме того, влажность почвы ниже влажности окружающего воздуха и существует статистическая зависимость между этими процессами, так как на некоторых участках заметно параллельное изменение соответствующих кривых.

Основные статистические характеристики относительной влажности окружающего воздуха и влажности почвы на различной глубине и на различных делянках приведены на рисунке 2.

Среднее значение относительной влажности окружающего воздуха составляет 51,3, а стандартное отклонение – 16,0%. Эти показатели выше, чем влажность почвы и на делянках, обработанных по базовой технологии, и на делянках, обработанных по нулевой технологии. Наиболее низкая средняя влажность почвы на глубине 30 см, равная 23,5%, наблюдается на делянках, обработанных по нулевой технологии, очевидно, за счёт более интенсивного испарения влаги, так как капилляры, по которым вода движется к поверхности при нулевой обработке почвы, не нарушены.

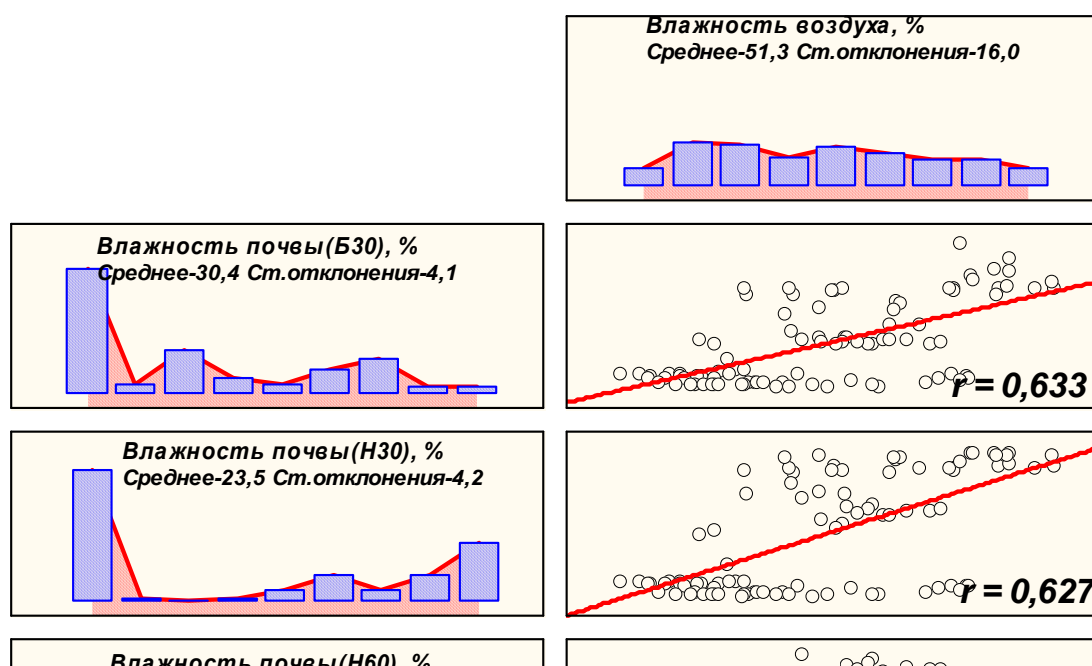


Рис. 2. Статистические характеристики относительной влажности окружающего воздуха и влажности почвы

Следовательно, если считать входной случайной функцией относительную влажность окружающего воздуха, а выходной случайной функцией – влажность почвы, то как динамическая система почва представляет собой усилительное звено с коэффициентом усиления меньше единицы, так как на выходе влажность меньше, чем на входе.

На этом же рисунке приведены коэффициенты корреляции между относительной влажностью окружающего воздуха и влажностью почвы при разных способах обработки и на разной глубине. Наибольшая корреляция $r=0,633$ наблюдается на делянках, обработанных по базовой технологии, при ошибке коэффициента корреляции 0,062. С увеличением глубины коэффициент корреляции снижается. Так, на делянках при нулевой обработке на глубине 30 см коэффициент корреляции составляет 0,627 при его ошибке 0,063, на глубине 60 см коэффициент корреляции составляет 0,334 при его ошибке 0,093.

Наибольшую динамичность имеет относительная влажность окружающего воздуха (стандарт отклонения равен 16,0), влажность почвы изменяется менее динамично, так как стандарт отклонения не превышает 4,2. При этом стандарт отклонения во всех рассматриваемых случаях практически одинаков.

Таким образом, почва как динамическая система преобразует входной сигнал (относительная влажность окружающего воздуха) так, что он уменьшается по величине и по скорости изменения (динамичности). Эти особенности почвы определяются как способами обработки, так и её составом, так как различная структура почвы и составляющие, определяющие эту структуру, имеют различную влагопроводность, влагоёмкость и влагоудерживающую способность.

При этом с увеличением глубины коэффициент корреляции между температурой окружающего воздуха и температурой почвы снижается.

Результаты экспериментальных исследований показывают, что способы обработки почвы оказывают влияние на влажность почвы. Так, средняя влажность почвы на делянках, обработанных по нулевой технологии ниже на 23% по сравнению с влажностью

почвы на делянках, обработанных по базовой технологии.

Для подтверждения этих результатов был проведен анализ статистических материалов, полученных на делянках, обработанных по нулевой (НЗ0) и по базовой (БЗ0) технологиям (рисунок 3).

Показателем оценки рассматриваемых статистик влажности почвы является площадь под ROC-кривой, если она по величине близка к единице, то статистики различаются значительно и, следовательно, способы обработки почвы влияют на влажность почвы. Полученный показатель площади, равный 0,844, говорит о сильном влиянии способов обработки.

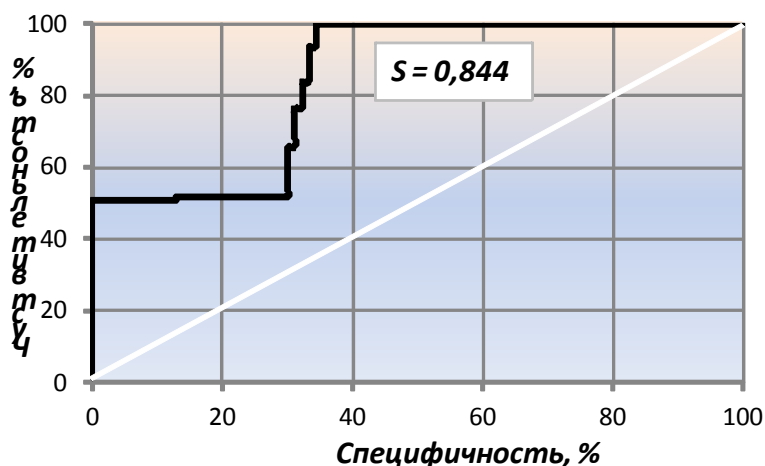


Рис. 3. Результаты анализа влияния способов обработки
на влажность почвы

Это указывает на то, что почву во всех случаях необходимо защищать от потери влаги, в том числе и при нулевой обработке. Лучшим способом такой защиты является мульчирование поверхностного слоя почвы.

Выводы. Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют отметить следующее:

- почва как динамическая система воздействует на входной сигнал (влажность окружающего воздуха) так, что он преобразуется по величине и по скорости изменения (динамичности). При этом свойства почвы определяются как способами обработки, так и её составом, так как различная структура почвы и составляющие, определяющие эту структуру, имеют различную тепловлагопроводность и теплоёмкость;
- с увеличением глубины слоя почвы коэффициент корреляции между рассматриваемыми процессами изменяется;
- способы обработки почвы оказывают значительное влияние на влажность почвы;
- почву во всех случаях необходимо защищать от потери влаги, в том числе и при

нулевой обработке. Лучшим способом такой защиты является мульчирование поверхностного слоя почвы.

Литература

1. Дридигер В.К., Паньков Ю.И. Влияние технологии возделывания на агрофизические свойства чернозема обыкновенного и урожайность подсолнечника // Вестник АПК Ставрополя. 2016. №3 (23). С. 163-167.
2. Азизов, З.М. Запасы продуктивной влаги в почве парового поля при разных приёмах его основной обработки в плакорно-равнинном агроландшафте засушливой чернозёмной степи Поволжья // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми сучасного землеробства. Луганськ, 2003. 401 с.
3. Технологические аспекты возделывания озимой пшеницы с использованием энергосберегающих технологий / С.И. Камбулов, В.Б. Рыков, И.А. Камбулов и др. // Наука в центральной России. 2017. №2 (26). С. 41-47.
4. Опыт возделывания озимой пшеницы в условиях недостаточного увлажнения / В.И. Пахомов, В.Б. Рыков, С.И. Камбулов и др. М, 2015. 160 с.
5. Организационно-технологический проект производства сильных и твердых (ценных) пшениц в условиях недостаточного увлажнения с использованием комплексов машин с адаптивными рабочими органами / В.Б. Рыков, С.И. Камбулов, И.А. Камбулов, и др. // Научное издание ВНИПТИМЭСХ. Зерноград, 2010. 147 с.

Literature

1. Dridiger V.K., Pankov Yu.I. The influence of cultivation technology on the agrophysical properties of blackearth and sunflower productivity // Newsletter of the Agroindustrial Complex of Stavropol. 2016. No. 3 (23). P. 163-167.
2. Azizov, Z.M. Reserves of productive moisture in the soil of the steam field with different methods of its main processing in the placorn-plain agrolandscape of the arid chernozem steppe of the Volga region // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми сучасного землеробства. Луганськ, 2003. 401 с.
3. Technological aspects of cultivation of winter wheat using energy-saving technologies / S.I. Kambulov, V.B. Rykov, I.A. Kambulov, S.D. Ridny, V.V. Kolesnik, E.B. Demina // Science in Central Russia. 2017. No. 2 (26). P. 41-47.
4. The experience of cultivation of winter wheat in conditions of insufficient moistening / V.I. Pakhomov, V.B. Rykov, S.I. Kambulov et. al. Moscow, 2015. 160 p.
5. Rykov V.B. Organizational and technological project for the production of strong and hard (valuable) wheat in conditions of insufficient moisture with the use of machine complexes with adaptive working organs / V.B. Rykov, S.I. Kambulov, I.A. Kambulov, V.I. Vyalkov, N.V. Shevchenko, V.I. Taranin // Scientific publication VNIPTIMESH. Zernograd, 2010. 147 p