ДИНАМИКА ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ В АГРОФИТОЦЕНОЗАХ СОИ В ГОДЫ, ПРЕДШЕСТВОВАВШИЕ ЗАСУХЕ-2020

Харчук О., Баиштова С., Кириллов А.

Институт генетики, физиологии и защиты растений, Кишинев, Республика Молдова
kharchuk.biology@mail.ru

Abstract. In the soybean cenosis (mainly the Aura variety) with a characteristic density ($400-500 \times 10^3$ plants/ha), the dynamics of soil moisture in the years preceding the drought-2020 was studied. The main factor of drought-2020 is the low (about 100 mm lower than the average annual value) moisture accumulation in the soil before sowing for the autumn-spring 2019/2020, mainly due to low precipitation. An additional prerequisite for drought-2020 is a decrease in soil moisture (including deep soil layers) during harvesting in recent years, which is the reason for an additional deficit in a soil layer 0-100 cm of approximately 25 mm of water.

Key words - soybean, soil moisture, drought, cenosis.

Введение

В условиях ограниченных водных ресурсов важной целью является увеличение эффективности использования воды растениями [1]. Основными факторами повышения эффективного использования воды является обеспечение транспирационных потребностей растений в агрофитоценозе и уменьшение непродуктивного (не через транспирацию растений) расхода воды, что требует точной оценки влагозапасов в агрофитоценозе. В настоящей работе, в связи с засухой-2020, поставлена задача определить в изучавшихся агрофитоценозах сои временную динамику содержания воды в почвенном профиле в годы, предшествующие засухе-2020.

Материалы и методы

Исследования проводили в 1989, 2017--2020 гг. на полях Института генетики, физиологии и защиты растений (ИГФЗР). Объект исследований – агрофитоценозы сои с традиционной технологией выращивания (плотность 400-500 тыс. растений на 1 га при междурядьях 45-50 см), при этом в 1989 году использовали сорт Букурия, в 2017-2019 гг. – сорт Аура, а в 2020 г. – сорт Амелина.

Образцы почвы для определения содержания воды отбирали ручным буром до глубины 150 см. Влажность почвы преимущественно выражали через вес, как отношение массы содержащейся воды к сухому весу образца [2]. Массу воды определяли высушиванием образца до постоянного веса посредством измерения массы почвенного образца до и после высушивания при температуре 105 °С. Для объемного выражения величины влажности почвы использовали экспериментальные величины плотности почвы. Плотность почвы определяли буровым методом [3], посредством взятия образца почвы ненарушенного сложения с помощью цилиндра-бура определенного объема. В настоящей работе плотность почвы определяли с помощью стальных бур-цилиндров

объемом 100 см³ [4-6]. Из экспериментальных данных по плотности почвы расчетным способом проводили оценку порозности почвы, используя для расчета типичные для черноземов величины удельной плотности почвы: 2,60 [6] – 2,65 [7].

Результаты и обсуждение

В Таблице 1 приведены полученные в разные годы данные определений влажности почвы при севе сои. Как следует из данных табл. 1, перед севом-2020 влажность почвы во всех горизонтах почвенного профиля существенно ниже, чем в предшествующие годы. В первом полуметре величина влажности почвы на 5-6% ниже величин предшествующих лет.

Особенно низкая величина влажности (11-13%) весной 2020 г. отмечена для глубоких (до 1,5 метра) горизонтов, что лишает растения сои возможности компенсировать недостаток влаги в пахотном горизонте (0-30 см) поглощением воды из более глубоких слоев, что возможно в обычные годы ввиду биологических особенностей корней сои углубляться на большую (до 150 см) глубину. Известно, что в оптимальных условиях произрастания глубина проникновения корней сои превышает 100 см через 2 месяца после сева и 150 см – через 3 месяца после сева [8].

Таблица 1. Влажность почвы в почвенном профиле при севе сои в разные годы (1989, 2017-2020 гг.).

Слой почвы, см	Влажность почвы (% сухой массы) на даты высева сои				
	1989 (5 мая)	2017 (5 мая)	2018 (7 мая)	2019 (25 апреля)	2020 (20 мая)
0-10	16,4	25,0 ±0,2	12,4 ±3,1	17,1 ±0,9	11,0 ±2,3
10-20	17,3	24,2 ±0,2	17,1 ±0,1	18,8 ±0,5	15,2 ±0,2
20-30	16,7	21,8 ±0,6	17,9 ±0,2	17,8 ±0,4	14,2 ±0,4
30-40	18,6	20,8 ±0,2	18,1 ±0,1	17,1 ±0,1	13,0 ±0,4
40-60	19,4	20,8 ±0,3	20,2 ±0,3	18,3 ±0,1	13,2 ±0,1
60-80	19,8	19,5 ±0,3	20,6 ±0,0	17,9 ±0,1	13,1 ±0,4
80-100	19,6	21,5 ±0,1	20,0 ±0,1	17,0 ±0,3	11,1 ±0,2
100-120	-	20,6 ±0,2	19,3 ±0,4	16,8 ±0,1	12,1 ±0,2
120-140	-	19,1 ±0,5	17,8 ±0,1	16,4 ±0,3	-
140-150	-	15,7 ±0,2	17,9 ±0,1	16,8 ±0,4	11,8 ±0,1

Для количественной оценки величины дефицита влагозапасов в почвенном профиле на опытном участке ИГФЗР нами было проведено определение плотности почвы в метровом слое. Данные определений приведены в Таблице 2.

Для большей части почвенного объема, в частности для пахотного слоя (0-20 см), порозность почвы является удовлетворительной, и лишь для слоя 60-80 см порозность почвы является чрезмерно низкой (из-за высокой плотности). Высокая плотность и неудовлетворительная порозность слоя 60-80 см усугубляется низкой влажностью (13,1±0,4% при севе 2020 г.). Экспериментально влажность завядания определялась нами только в сосудах (~10% воды на сухой вес почвы), для почвы с удовлетворительной плотностью. С увеличением плотности почвы влажность завядания чернозема увеличивается [9]. Можно предположить, что в 2020 г. низкая

влажность и высокая плотность почвы в слое 60-80 см является препятствием для проникновения корней в более глубокие слои почвы. Проникновению корней в более глубокие слои почвы препятствует и очень низкая (11-12%) влажность более глубоких слоев почвенного профиля (глубже 1 м). По этим причинам в 2020 году глубокие почвенные горизонты не могли способствовать влагообеспечению ценоза сои. Высокая плотность почвы во втором полуметре (особенно в слое 60-80 см) может быть фактором усиления засухи.

Таблица 2. Плотность почвы на поле ИГФЗР (2020 г.).

Слой почвы, см	Плотность почвы, г/см ³	Порозность*, см ³ /см ³
0-10	1,33 ±0,01	0,50 ±0,01
10-20	1,41 ±0,02	0,47 ±0,01
20-30	1,35 ±0,06	0,49 ±0,02
30-40	1,49 ±0,05	0,44 ±0,02
40-60	1,57 ±0,01	0,41 ±0,00
60-80	1,73 ±0,02	0,35 ±0,01
80-100	1,45 ±0,13	0,45 ±0,05

*Порозность вычислена на основе типичной для черноземов величине удельной плотности почвы, 2,65 г/см³ [7].

Данные по плотности почвы, приведенные в Табл. 2, использовали для оценки влагозапасов в почвенной толще в разные годы. Вычисленная таким образом величина влагозапасов в слое 0-100 см на период сева составила для 1989 года – 284 мм, для 2017 года – 324 мм, для 2018 года – 286 мм, для 2019 года – 268 мм, для 2020 года – 194 мм. Общие влагозапасы включают в себя как доступную, так и недоступную для растений почвенную воду. Можно допустить, что в разные годы содержание недоступной воды постоянно, а различия влагозапасов связаны с разным содержанием доступной воды. В таком случае можно сделать вывод, что в 2017-2019 годы при севе запасы доступной воды ежегодно уменьшались. При севе в 2020 году влагозапасы в метровом слое на 96 мм ниже среднего уровня за 1989, 2017-2019 гг.

Период с осени 2019 до весны 2020 в Молдове были нетипично сухим, о чем свидетельствует сравнение осадков в этот период со среднемноголетними величинами (Таблица 3).

Таблица 3. Величина осадков за осенне-весенний период в Молдове и ИГФЗР в разные годы.

Осадки осенне-весеннего периода, мм			
Годы (осень-весна)	сентябрь-декабрь	январь-апрель	всего
2009-2010	164,2	181,6	345,8
2010-2011	201,2	112,6	313,8
2015-2016	138,8	161,3	300,1
2016-2017	169,2	159,7	328,9
2017-2018	168,3	174,3	342,6
Среднее 5 ^{ти} лет	168 ± 30	158 ± 3	326 ± 26
2019-2020	69,4	91,0	160,4

Примечание. Данные за 2009-2011 и за 2015-2018 годы относятся к Молдове (Climatic Research Unit Country File created on Wed 15 May 2019 11:43:38 BST, from CRU TS run #1905011326), за 2019-2020 год – непосредственно к полям ИГФЗР

Из данных таблицы 3 следует, что с осени по весну 2019/2020 на полях ИГФЗР осадков выпало меньше обычного для Молдовы, с сентября по апрель меньше на 160 мм (при среднем отклонении по предшествующим годам до 50 мм). Низкое количество осадков в осенне-зимний период 2019/2020 гг. привело к низким влагозапасам в почве при севе 2020 г. Весенний дефицит влажности почвы частично компенсировался тем, что в начальный период вегетации 2020 года (июнь) в результате дождей влажность почвы в корнеобитаемом слое (0-50 см) увеличилась (данные не приводятся). При этом в верхнем слое (0-10 см) пахотного горизонта содержание доступной для транспирации воды достигло максимума. Проведенные расчеты (на базе данных по плотности почвы из Табл. 2) показали, что в почве сохранилась меньшая часть из выпавших осадков (часть осадков утеряна за счет испарения почвы: типичная величина эвапорации 2-3 мм/сутки).

В то же время пониженные влагозапасы при севе в 2020 году могут быть связаны не только с низким количеством осадков в осенне-весенний период 2019/2020 гг., но, частично, и с пониженной влажностью почвы при уборке урожая в 2019 году.

В Таблице 4 приведены данные по динамике влажности почвы при уборке урожая сои в годы, предшествующие 2020-ому году.

Таблица 4. Влажность почвенного профиля ценоза сои сорт Аура при уборке урожая в предшествующие годы (2017-2019 гг.).

Почвенный слой, см	Влажность почвы (% сухой массы) на даты уборки урожая		
	2017 (15 сентября)	2018 (11 сентября)	2019 (6 сентября)
0-10	7,0 ±0,1	6,6 ±0,0	7,5 ±0,4
10-20	10,5 ±0,1	8,9 ±0,4	10,5 ±0,4
20-30	11,1 ±0,1	12,0 ±0,1	11,0 ±0,3
30-40	11,6 ±0,0	13,6 ±0,1	11,0 ±0,3
40-60	11,2 ±0,1	15,8 ±0,0	12,5 ±0,0
60-80	11,1 ±0,2	15,4 ±0,1	10,8 ±0,1
80-100	15,0 ±0,3	14,5 ±0,1	10,6 ±0,4
100-120	14,1 ±1,3	13,5 ±0,1	10,6 ±0,1
120-140	15,0 ±0,2	12,8 ±0,1	9,8 ±0,3
140-150	14,2 ±0,1	12,7 ±0,0	10,8 ±0,2

Данные таблицы 4 указывают на ежегодное снижение влажности почвы в глубоких горизонтах, особенно в последний (2019) год. 25 мм из дефицита влаги при севе 2020 можно отнести на счет пониженной влажности при уборке урожая в 2019 году. Тем не менее остальной (основной) дефицит влагозапасов при севе 2020 года следует отнести к пониженному количеству осадков в осенне-весенний период 2019/2020 гг.

Выводы

1. Основным фактором засухи-2020 является низкое (примерно на 100 мм ниже других лет) накопление влаги в почве к дате сева за осенне-весенний период 2019-2020 гг., в основном по причине малых осадков.

2. Дополнительной предпосылкой засухи-2020 является снижение в последние годы влажности почвы при уборке урожая (включая глубокие слои почвы), что является причиной дополнительного дефицита воды в метровом слое примерно 25 мм.

Библиография

1. Borlaug N.E. The Green Revolution Revised and The Road Ahead. Special 30th Anniversary Lecture, The Norwegian Nobel Institute, Oslo, September 8, 2000, 23 p. (https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/peace/laureates/1970/borlaug-lecture.pdf).
2. Black C.A. 1965. "Methods of Soil Analysis: Part I Physical and mineralogical properties". American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
3. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986.
4. Качинский Н.А. Физика почвы. Ч. 1, М., 1965.
5. ISO 11272. 1998: Soil quality—Determination of dry bulk density. Int. Organiz. for Standardization, Geneva, Switzerland.
6. Теории и методы физики почв (Коллективная монография под редакцией Шеина Е.В. и Карпачевского Л.О.). Москва, «Гриф и К», 2007, 616 стр.
7. Воронин А.Д. Основы физики почв. Изд-во Моск. ун-та, 1986.
8. Mayaki W.C., Teare I.D., Stone L.R. Top and Root Growth of Irrigated and Nonirrigated Soybeans. Crop Science, 1976, Volume 16, Issue 1, Pages 92-94.
9. Красина Т.В. Агрофизические свойства, гидрологический режим, продуктивность и диагностика черноземовидных оглеенных почв юга Тамбовской низменности. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Москва, МГУ им. М.В.Ломоносова, 2014, 176 стр.