УДК 635.655:631.559:631.544.76
DOI: 10.31279/2222-9345-2018-7-32-92-97

О. М. Агафонов, В. Ю. Ревенко

Agafonov O. M., Revenko V. Yu.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УКРЫВНЫХ И МУЛЬЧИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА СОХРАННОСТЬ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ В ПОЧВЕ И УВЕЛИЧЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СОИ

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF COVERING AND MULCHING MATERIALS ON THE PRESERVATION OF PRODUCTIVE MOISTURE IN THE SOIL AND INCREASE SOYBEAN YIELD

В условиях зоны неустойчивого увлажнения Западно-Кавказского Предкавказья на черноземе обыкновенном в период 2016–2018 гг. проводились исследования по сохранности почвенной влаги в посевах сои, при использовании мульчирующих материалов. Посев проводился в оптимальные агротехнические сроки (с 15 апреля по 5 мая). С появлением всходов на междурядья опытных делянок наносили укрывные материалы, контроль – без использования мульчи. Учеты влажности почвы и урожайности сои проводились по соответствующим методикам. В результате выявлено, что наибольшую степень сохранности почвенной влаги обеспечивают пленочные мульчирующие материалы, особенно черно-серебристая пленка, за счет паронепроницаемости и высокой способности к отражению солнечного света. Эти особенности материала способствовали росту урожайности сои в сравнении с контролем на 14 %. Использование биоразлагаемой пленки обеспечивает не только сбережение почвенной влаги и соответственно высокую урожайность, но и полную утилизацию биополимера микроорганизмами при оставлении его в поле и возделывании последующей культуры. Полный распад биопленки на воду и минеральные вещества под воздействием микроорганизмов был отмечен в конце весны следующего года. Таким образом, биоразлагаемая пленка является очень удобным для утилизации экологически безопасным мульчирующим материалом.

Ключевые слова: мульчирующие материалы, влажность почвы, фаза развития, отражение света, биоразлагаемость, урожайность сои.

In the zone of unstable moistening of the Western Ciscaucasia in the ordinary Chernozem in the period 2016–2018 conducted research on the preservation of soil moisture in soybean crops, using mulch materials. Sowing was carried out in optimal agrotechnical terms (from April 15 to May 5). With the emergence of seedlings on the row spacing of experimental plots applied covering materials, control-without the use of mulch. Accounting of soil moisture and soybean yield were carried out according to the appropriate methods. As a result, it was found that the greatest degree of soil moisture preservation is provided by film mulching materials, especially black and silver film, due to the vapor tightness and high ability to reflect sunlight. These features of the material contributed to the increase in soybean yield compared to the control by 14 %. The use of biodegradable film provides not only the conservation of soil moisture and therefore high yield, but also the complete utilization of biopolymer by microorganisms when leaving it in the field and cultivation of subsequent crops. The complete disintegration of the biofilm into water and minerals under the influence of microorganisms was noted in the late spring of next year. Thus, biodegradable film is very convenient for recycling environmentally friendly mulching material.

Key words: mulching materials, soil moisture, development stage, and the reflection of light, the Biodegradability, the yield of soybean.

Агафонов Олег Михайлович – младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства подсолнечника Армавирская опытная станция – филиал ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В. С. Пустовойта» г. Армавир
Тел.: 8-918-023-12-50
E-mail: agafonov_1967@bk.ru

Ревенко Валерий Юрьевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сои Армавирская опытная станция – филиал ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В. С. Пустовойта» г. Армавир
Тел.: 8-918-688-23-03
E-mail: skskniish@rambler.ru

Agafonov Oleg Mikhailovich – Junior Researcher of the Laboratory of Sunflower Breeding and Seed Production Armavir Experimental Station – branch of the FSBSI Federal scientific center «All-Russian Scientific Research Institute of Oil Crops named after V. S. Pustovoyt» Armavir
Tel.: 8-918-023-12-50
E-mail: agafonov_1967@bk.ru

Revenko Valeriy Yuryevich – Ph.D of Technical Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Selections and Seed Production of Soybean Armavir Experimental Station – branch of the FSBSI Federal scientific center «All-Russian Scientific Research Institute of Oil Crops named after V. S. Pustovoyt»
Tel.: 8-918-688-23-03
E-mail: skskniish@rambler.ru

Сою, с её уникальным химическим составом [1], широко используется как продовольственная, кормовая и техническая культура [2]. Важнейшим фактором, существенно влияющим на величину и качество урожая сои, является содержание влаги в почве [3]. Наибольшая эффективность возделывания данной сельскохозяйственной культуры возможна при достижении оптимальной величины выше-названного фактора [4].

Для повышения урожайности сои в зоне неустойчивого увлажнения Северного Кавказа необходимо наличие достаточных запасов продуктивной влаги в течение всего вегетационного периода [5]. Применение мульчирующих материалов позволяет эффективно сократить потери влаги из почвы. Известны различные способы мульчирования почвы: это и создание мульчирующего слоя из сыпучих веществ органического или минерального происхождения, и использование различных пленок, а также тканых и нетканых материалов на поверхности почвы.

В условиях засушливого климата чернозёмы сильно иссушаются в период вегетации сои и возникает необходимость в разработке и оценке эффективности различных способов сохранения влаги в почве. Надежным способом предотвращения потерь влаги является использование укрывных и мульчирующих материалов, что позволяет существенно улучшить гидрологические свойства почвы [6].

Исследования проводили на полях Армавирской опытной станции ВНИИМК. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный малогумусный мощный тяжелосуглинистый, сформированный на лессовидном тяжелом суглинке. Предшественник в опытах – озимая пшеница. Повторность – четырехкратная, размещение вариантов – рендомизированное. Посев сои проводился четырехрядной селекционной сеялкой «Клен» (с междурядьями 70 см), с нормой высева семян 400 тысяч шт. на 1 гектар. Сорт сои – Славия. Длина деланки – 15 м, ширина – 2,8 м. Общая площадь деланки – 42,0 м², учетная – 31,5 м². Посев проводился с 15 апреля по 5 мая.

Мульчирующие материалы (черный нетканый материал («Агроспан-60»), черная полиэтиленовая пленка и мел в виде порошка, а с 2017 года еще и черно-серебристая и черная биоразлагаемая пленки) наносились на междурядья опытных деланок после получения всходов. Контроль – без мульчи.

Влажность почвы определяли в метровом слое, через каждые 10 см термостатно-весовым методом. Отбор проб осуществлялся методом конверта в 5-кратной повторности по фазам вегетации: всходы, цветение, образование бобов, полный налив семян и перед уборкой – в соответствии с методикой [7]. Убирали сою селекционным комбайном «Sam-ро-2010».

Обобщение результатов полевых исследований проводили по методике полевого опыта Б. А. Доспехова [8].

Цель работы: выявить наиболее эффективный материал, позволяющий снизить испаряемость влаги с поверхности почвы, способствующий увеличению запасов продуктивной влаги в корнеобитаемом слое почвы для формирования высоких и устойчивых урожаев сои.

Так как исследуемые мульчирующие материалы обладают различными характеристиками (структура, цвет поверхности, химический состав и т. д.), возникает необходимость сравнения способности данных материалов препятствовать факторам иссушения почвы.

В увеличении количества влаги в почве и соответственно продуктивности сельскохозяйственных культур главную роль играют атмосферные осадки. Так как основная масса корней сои располагается в пахотном слое, то и на урожай наибольшее влияние оказывает влажность почвы именно в этом слое.

Многочисленными исследованиями, отображенными в научной литературе, установлено, что за период вегетации культур растения в основном расходуют влагу пахотного горизонта 0–20 см, на долю которой приходится до 70 % общего расхода из метрового слоя. Расход влаги из слоя почвы 20–60 см в среднем по севообороту составляет 15–20 %. Из слоя 60–100 см растения расходуют в среднем 10–15 % влаги [9].

В 2016 году до всходов сои влажность почвы в слое 0–20 см находилась в пределах 24,4–24,8 %, в 2017 – 26,0–26,2 %, в 2018 – 22,6–22,9 %, что свидетельствует о достаточных запасах продуктивной влаги для данного типа почв к началу вегетационного периода. К моменту появления всходов влажность почвы в слое 0–20 см в каждый год исследования несколько увеличивалась за счет выпадающих осадков.

Осадки, выпадавшие в мае – июне, не приводили к существенному повышению влажности почвы. К фазе образования бобов она существенно снизилась: особенно в 2016 и 2018 гг. – до 2 раз, а в 2017 году – до 1,5 раз, в зависимости от типа укрывного материала. Это происходило, в первую очередь, вследствие расходования влаги растениями и потерь на эвапотранспирацию.

К фазе налива семян (август) происходило иссушение всей метровой толщи почвы за счет малого количества выпавших осадков и в результате активного использования влаги растениями сои, испарения влаги с листовой и почвенной поверхности под воздействием солнечной радиации и суховея. При этом на участках, укрытых пленкой и нетканым материалом, влажность почвы была относительно равномерной по всей глубине исследуемого горизонта, в отличие от открытых участков, в верхних слоях которых влаги было значитель-

но меньше. Например, в слое почвы 0–20 см в среднем за 2016–2018 гг. отмечалась влажность на делянках с нетканым материалом – 13,5 %, с черной полиэтиленовой пленкой – 15,2 %, с порошкообразным мелом – 13,9 %, на контроле – 13,0 %.

Результаты исследований по изучению влияния укрывных материалов на показатели влажности почвы за период 2016–2018 гг. по вариантам опыта представлены в таблице 1.

Приведенные данные подтверждают предположение, что мульчирующие материалы снижают потери влаги на физическое испарение с поверхности почвы. Фактически на прикрытых «мульчей» участках имел место процесс экранирования почвы, способствующий снижению обезвоживания её поверхностного слоя.

Анализируя динамику изменения влажности почвы на глубине 0–20 см на участках, укрытых «мульчей», отметим, что в 2016 году по всем фазам развития растений наиболее успешно сохраняла влагу черная полиэтиленовая пленка.

В процессе поиска лучших укрывных материалов, позволяющих максимально сохранять влагу в почве, в 2017 году в схему опыта были добавлены новые варианты: черная биоразлагаемая пленка и светоотражающая черно-серебристая пленка. Результаты исследования показали, что введенный в 2017 году новый вариант опыта (применение светоотражаю-

щей черно-серебристой пленки) наиболее эффективно сохранял влагу в почве (0,4–4,8 абсолютных % к контролю) за счет способности данного материала отражать солнечное излучение и снижать температуру поверхностного слоя почвы.

С целью проверки данного утверждения в фазу образования бобов три раза в день проводились измерения освещенности растений и температуры почвы в междурядьях сои. При оценке освещенности использовали люксметр Testo 540. Учитывалась величина падающего света, а также величина отраженного света от каждого мульчирующего материала на расстоянии 5 см от него. Подобные исследования проводились специалистами ДонГАУ на полях Донского сортоиспытательного центра [10]. Величина свободно падающего света измерялась на высоте 130 см от поверхности почвы и составляла 25000–100000 люкс в зависимости от времени учета. Температура почвы под мульчей и на контроле измерялась почвенными термометрами на глубине 5 см. Результаты учетов приведены в таблице 2.

Из приведенных данных очевидно, что среди исследуемых материалов черно-серебристая пленка обладает наибольшими светоотражательными свойствами и способствует максимальному снижению температуры почвы, что в итоге уменьшает потери влаги и стрессовую нагрузку на растения (рис. 1).

Таблица 1 – Влияние укрывных материалов на уровень сохранения почвенной влаги в посевах сои в слое 0–20 см, %

Вариант	Год	Фаза развития растений				
		До всходов	Всходы	Образование бобов	Налив семян	Созревание
Контроль	2016	24,4	22,4	11,5	9,6	13,3
	2017	26,0	27,5	18,8	16,9	14,9
	2018	22,6	23,0	11,9	12,4	13,5
	Среднее	24,3	24,3	14,1	13,0	13,9
Черный «Агроспан-60»	2016	24,6	23,2	11,9	9,8	13,8
	2017	26,1	31,4	20,3	17,0	15,0
	2018	22,6	23,9	13,0	13,6	14,6
	Среднее	24,4	26,2	15,1	13,5	14,5
Черная полиэтиленовая пленка	2016	24,8	26,2	12,6	12,4	16,0
	2017	26,2	32,6	21,8	18,0	16,6
	2018	22,9	27,0	14,7	15,2	15,4
	Среднее	24,6	28,6	16,4	15,2	16,0
Мел (порошок)	2016	24,7	24,4	12,1	10,0	14,3
	2017	26,2	32,4	20,7	17,1	16,2
	2018	22,7	25,0	13,6	14,5	14,9
	Среднее	24,5	27,3	15,5	13,9	15,1
Черная биоразлагаемая пленка	2017	26,2	32,0	21,3	17,6	16,4
	2018	22,8	26,5	14,2	14,9	15,2
	Среднее	24,5	29,2	17,8	16,2	15,8
Светоотражающая черно-серебристая пленка	2017	26,4	32,7	23,2	18,1	17,6
	2018	23,0	27,2	15,1	15,3	15,6
	Среднее	24,7	30,0	19,2	16,7	16,6

Таблица 2 – Количество отраженного света мульчирующими материалами и температура почвы под мульчей

Время учета	Мульчирующие материалы					
	Контроль	Черный «Агроспан-60»	Черная пленка	Мел (порошок)	Черная биопленка	Черно-серебристая пленка
Количество отраженного света, лк						
06 ч 30 мин	140	130	160	600	170	2200
12 ч 30 мин	2500	2450	2250	17000	3250	60000
18 ч 00 мин	100	80	120	520	170	3100
Температура почвы, °С						
06 ч 30 мин	24	24,5	26	24	25	24
12 ч 30 мин	39,5	35	37	34,5	36	30,5
18 ч 00 мин	32,5	31	32,5	31	32,4	29

Рисунок 1 – Делянка со светоотражающей черно-серебристой пленкой

Следует отметить, что перед потребителями укрывных материалов остро стоит проблема утилизации использованной мульчи и засорения почвы остатками неразложившейся пленки. Поэтому важно подобрать такой пленочный мульчирующий материал, который сумеет прослужить до конца вегетационного периода сои и впоследствии полностью разложиться на безопасные элементы, избавив сельхозтоваропроизводителей от необходимости его уборки и последующей утилизации. Этим материалом может служить вариант пленки, полностью разлагающейся почвенными микроорганизмами.

В ходе наблюдений в 2017–2018 гг. отмечалась хорошая сохранность биоразлагаемой пленки в течение вегетации сои, вплоть до уборки (рис. 2).

В дальнейшем, при проведении предпосевной обработки почвы под посев озимой пшеницы, биоразлагаемая пленка была легко измельчена на мелкие фракции рабочими органами почвообрабатывающих орудий.

Полный распад биоразлагаемых полимеров на воду и минеральные вещества под воздействием микроорганизмов был отмечен в конце весны следующего года. Таким образом, биоразлагаемая пленка может не только эффективно сохранять почвенную влагу, но и является очень удобным для утилизации экологически безопасным мульчирующим материалом.

Из вышеперечисленного следует, что наибольшими возможностями по сохранению влаги в почве и положительному влиянию на урожайность сои обладают пленочные материалы. Показатели урожайности сои, представленные в таблице 3, в изучаемых вариантах это подтверждают.

По степени влияния на урожайность сои наиболее эффективным в первый год проведения исследований оказалось укрытие междурядий черной полиэтиленовой пленкой. В этом случае контрольные показатели были превышены на 22,6 %. В последующие годы рост урожайности на делянках данного варианта опытов был не столь значителен: 14 и 10 %.

Рисунок 2 – Сохранность биоразлагаемой пленки после уборки сои

Таблица 3 – Влияние укрывных материалов на повышение урожайности сои, 2016–2018 гг.

Вариант	Урожайность сои, т/га			
	2016	2017	2018	Средняя
Контроль	2,17	2,43	2,30	2,30
Черный нетканый материал («Агроспан-60»)	2,31	2,53	2,40	2,41
Черная полиэтиленовая пленка	2,66	2,77	2,53	2,65
Мел (порошок)	2,35	2,68	2,42	2,48
Черная биоразлагаемая пленка	–	2,74	2,52	2,63
Черно-серебристая пленка	–	2,81	2,56	2,69
НСР ₀₅	0,14	0,19	0,15	0,12

Объясняется данный факт, прежде всего, благоприятными погодными условиями, сложившимися в 2017 и 2018 гг. для вегетации сои. Обилие осадков, особенно в начальный период вегетации, практически нивелировало разницу во влажности почвы на контрольных участках и на участках, покрытых мульчей. Введение в опыт варианта с черно-серебристой пленкой дало положительный эффект.

По данным 2017–2018 гг., на делянках данного варианта урожайность сои в сравнении с контролем была выше на 14 %. Биоразлагаемая пленка оказалась менее эффективной, но более экологичной.

Анализ результатов проведенных исследований показал, что степень сохранности почвенной влаги зависит не только от возможности мульчирующего материала препятствовать воздушным потерям влаги, но и от его способ-

ности отражать солнечный свет, предотвращать перегрев почвы под мульчей. Максимальное сохранение влаги в верхнем слое почвы за период исследований по всем фазам вегетации отмечалось в варианте с применением черно-серебристой пленки в качестве мульчирующего материала, за счет паронепроницаемости и высокой способности к отражению солнечного света. Наиболее существенную прибавку урожайности к контролю в каждый год исследований обеспечивали только укрывные пленочные материалы, особенно вариант с использованием черно-серебристой пленки. Применение биоразлагаемой пленки в качестве мульчи обеспечивает не только сбережение почвенной влаги и соответственно высокую урожайность, но и полную утилизацию материала микроорганизмами при оставлении его в поле и возделывании последующей культуры.

Литература

1. Адаптивные технологии возделывания масличных культур : руководство / С. В. Гаркуша, В. М. Лукомец, Н. И. Бочкарев [и др.]. Краснодар, 2011. С. 53.
2. Петибская В. С. Соя: химический состав и использование / под ред. В. Лукомца, акад. РАСХН, д-ра с.-х. наук. Майкоп : Полиграф-ЮГ, 2012. 432 с.
3. Баранов В. Ф., Уго Алмиро Торо Корреа. Сортовая специфика возделывания сои. Краснодар, 2007. 183 с.
4. Адаптивные особенности сортов сои в различных почвенно-климатических зонах Ставропольского края / В. М. Пенчуков, О. Г. Шабалдас, И. А. Донец, О. В. Мухина // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=18388> (дата обращения: 22.10.2018).
5. Гаджиумаров Р. Г. Влияние технологии No-till на процессы роста и развития сои // Новости науки в АПК: научно-практический журнал : в 2-х т. Ставрополь : АГРУС Ставропольского государственного аграрного ун-та, 2018. № 2 (11). Т. 2. С. 109.
6. Ревенко В. Ю., Зайцев Р. Н. Влияние укрывных и мульчирующих материалов на сохранность почвенной влаги предкавказских черноземов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 12-1. С. 159–162.
7. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / под общ. ред. В. М. Лукомца. Краснодар, 2010. 327 с.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
9. Дзюин Г. П., Дзюин А. Г. Водный режим почвы в севообороте // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 9. С. 21–23.
10. Бугрей И. В., Мных С. В. Микроклимат и освещенность в посевах гороха // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. (пос. Персиановский, 4 февраля 2015 г.). пос. Персиановский : Донской ГАУ, 2015. С. 136–140.

References

1. Adaptive technologies of cultivation of oil-seeds : manual / S. V. Garkusha, V. M. Lukomets, N. I. Bochkarev [et al.]. Krasnodar, 2011. P. 53.
2. Petibskaya V. S. Soybeans: chemistry and use / under the editorship of V. M. Lukomets, Academic Russian Academy of Agricultural Sciences, Doctor of Agricultural Sciences. Maikop : Poligraf-YUG, 2012. 432 p.
3. Baranov V. F., Hugo Almira Toro Correa. Varietal specificity of soybean cultivation. Krasnodar, 2007. 183 c.
4. Adaptive features of soybean varieties in different soil and climatic zones of Stavropol region / V. M. Penchukov, O. G. Shabal-das, I. A. Donets, O. V. Mukhina // Modern problems of science and education. 2015. №1-1. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=18388> (date accessed: 22.10.2018).
5. Gadjiumarov R. G. Influence of No-till technology on the processes of growth and development of soybean // News of science in agro industrial complex: scientific and practical journal: in 2 vol. Stavropol : AGRUS, Stavropol State Agrarian University, 2018. № 2 (11). Vol. 2. P. 109.
6. Revenko V. Yu., Zaitsev R. N. Influence of covering and mulching materials on soil moisture preservation of the Ciscaucasian chernozems // Actual problems of humanities and natural sciences. 2016. № 12-1. P. 159–162.
7. Methodology of field agricultural experiments with oil crops / under the editorship of V. M. Lukomets. Krasnodar, 2010. 327 p.
8. Dospekhov B. A. Methodology of the field experience (with the basics of statistical processing of the research results). 5th edition, revised and supplemented. M. : Agropromizdat, 1985. 351 p.
9. Dzuin G. P., Dzuin A. G. Water regime of soil in crop rotation // Achievements of science and technology of in agro-industrial complex. 2012. № 9. P. 21–23.
10. Bugrei I. V., Mnikh S. V. Climate and lighting in crops of peas // Innovation in technologies of cultivation of agricultural crops : collection of scientific papers on the materials of the International scientific-practical conference (Persianovsky village, 4 February 2015). Persianovsky village: Don GAU, 2015. P. 136–140.