

УДК 631.51.01+631.8]:631.432:633.34

UDC 631.51.01+631.8]:631.432:633.34

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

Agricultural sciences

ДИНАМИКА ВЛАГИ В ПОЧВЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕЁ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЕЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

DYNAMICS OF MOISTURE IN SOIL AND EFFICIENCY OF ITS USE BY SOY BEANS UNDER DIFFERENT WAYS OF MAIN SOIL TREATMENT AND DOSES OF MINERAL FERTILIZERS

Макаренко Сергей Алексеевич
старший преподаватель кафедры общего и орошаемого земледелия
РИНЦ SPIN-код: 8135-1350
agronomaw@mail.ru

Makarenko Sergey Alexeevich
Senior lecturer of the chair of general and irrigated land management
RSCI SPIN-code: 8135-1350
agronomaw@mail.ru

Найдёнов Александр Семёнович
д.с.-х.н., профессор, зав. кафедрой общего и орошаемого земледелия
РИНЦ SPIN-код: 4925-1108
ФГБОУ ВПО Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Naidenov Alexander Semeyonovich
Dr.Sci.Agr., professor, head of the chair of general and irrigated land management
RSCI SPIN-code: 4925-1108
FSBEI HPE Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В статье приведены результаты исследований за 2010–2012 гг., полученные в многолетнем стационарном опыте кафедры общего и орошаемого земледелия Кубанского ГАУ, по изучению влияния основной обработки почвы и доз минеральных удобрений под сою на динамику влаги в почве и эффективность её использования культурой. Установлено, что из всех изучаемых вариантов вспашка на 20–22 см привела к большому накоплению влаги за осенне-зимний период. На вариантах с поверхностной обработкой и прямым посевом наблюдалось снижение запасов продуктивной влаги на 6–9 %. Увеличение глубины обработки почвы и доз минеральных удобрений способствовало лучшей доступности влаги в течение вегетационного периода и соответственно большому ее расходованию. Кроме того выявлено более рациональное использование воды растениями сои при проведении отвальной обработки почвы и внесении минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{120}$, что говорит о высокой эффективности данных агроприемов. Наиболее высокую урожайность зерна сои в опыте обеспечивало ее выращивание при проведении в качестве основной обработки почвы вспашки на 20–22 см и внесении высокой дозы минеральных удобрений

In the article there were given the results of researches for 2010–2012 obtained of many years stationary experience of the chair of general and irrigated land management of Kuban State Agrarian University on study of main soil treatment influence and doses of mineral fertilizers under soy beans on dynamics of moisture in soil and efficiency of its use by this cultivar. There was determined that from all studied variants the ploughing on 20–22 cm led to the higher accumulation of moisture for autumn-winter period. The decrease of productive moisture reserves on 6–9 % was observed on the types with surface treatment and direct sowing. The increase of soil treatment depth and doses of mineral fertilizers promoted to the better accessibility of moisture during vegetation period and correspondently to their greater expenses. Moreover, there was revealed the more rational use of water by soy beans under mouldboard soil treatment and introduction of mineral fertilizers in the dose of $N_{90}P_{120}$, it discovers the high effectiveness of present agricultural methods. The highest productivity of soy beans in the experience was achieved by means of ploughing on 20–22 cm and introduction of mineral fertilizers as a main type of soil treatment.

Ключевые слова: СОЯ, ОБРАБОТКА ПОЧВЫ, УДОБРЕНИЯ, ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ, КОЭФФИЦИЕНТ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ, УРОЖАЙНОСТЬ

Keywords: SOY BEAN, SOIL TREATMENT, FERTILIZERS, SOIL MOISTURE, WATER USE COEFFICIENT, CROP PRODUCTIVITY

Одним из лимитирующих факторов, существенно влияющих на урожай сельскохозяйственных культур является влажность почвы. Костычев П. А. так характеризовал зависимость урожаев с.-х. культур от водного режима: «Если все другие факторы представляют эпизодические причины, снижающие урожай, то вода является постоянно действующим фактором» [5]. Плодородие чернозёмов Кубани, обилие тепла и длительный безморозный период часто не полностью используются растениями из-за недостатка доступной для них влаги. Поэтому для повышения продуктивности необходимо, чтобы технология возделывания сельскохозяйственных культур способствовала накоплению и сохранению влаги в почве. Тем более в зоне неустойчивого увлажнения, к которой относится центральная зона Краснодарского края [9, 11].

Целью наших исследований являлось изучение динамики влаги в почве и эффективность её использования растениями сои при различных системах обработки почвы и дозах минеральных удобрений.

Исследования проводились в 2010–2012 гг. в многолетнем стационарном опыте кафедры общего и орошаемого земледелия, расположенном в учхозе «Кубань» Кубанского госагроуниверситета.

Схема опыта включала следующие варианты: фактор (А) – система основной обработки почвы:

- А₁– отвальная (вспашка на 20–22 см) (контроль);
- А₂– поверхностная обработка (2–3 дисковых лущения на 6–8, 8–10 см);
- А₀– прямой посев.

Фактор (В) – система удобрения:

- В₁– рекомендуемая – N₄₅P₆₀ (контроль);
- В₂– двойная – N₉₀P₁₂₀;

– V_0 – без внесения удобрений.

Общая площадь делянки – 105, учетная – 45 м². Повторность опыта трехкратная. Варианты располагались рендомизированно в один ярус. В опыте высевался среднераннеспелый сорт сои Вилана. Предшественник – озимая пшеница. Посев проводили сеялкой «Гаспардо» на глубину 4–5 см с нормой высева 350 тыс. всхожих семян на 1 га, ширина междурядий 70 см. В фазе первого тройчатого листа у сои на всех вариантах опыта применяли гербицид Пульсар в дозе 1 л/га. В течение вегетации, по мере прорастания сорняков и образования корки, проводились две междурядные культивации. Убиралась соя при оптимальной влажности зерна комбайном «Сампо–2010».

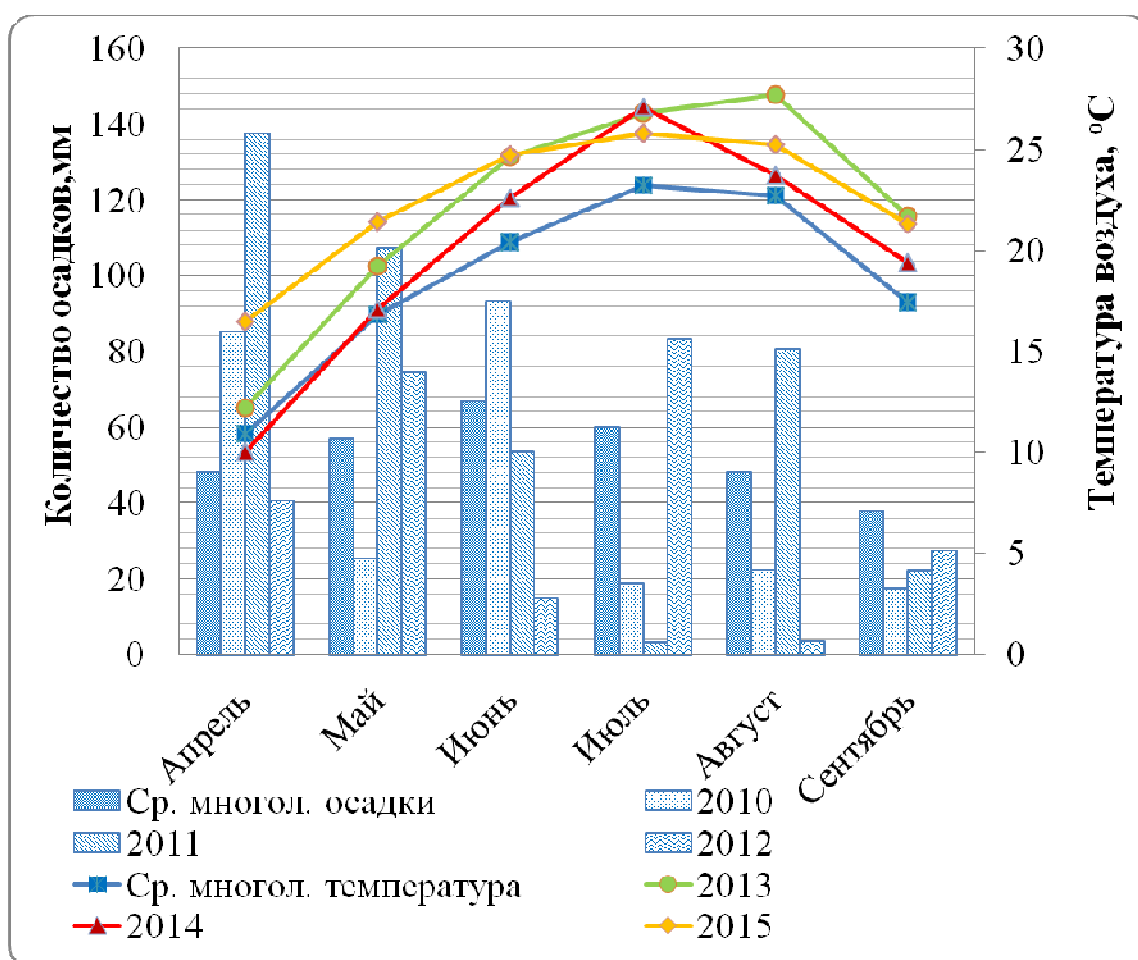


Рисунок 1 – Метеорологические условия в годы проведения исследований

Агрометеорологические условия в годы исследований были не одинаковыми. По данным МС «Круглик» г. Краснодар (рисунок 1) наибольшее количество осадков в период вегетации сои (апрель – август) выпало в 2011 году и составило 382 мм при среднемноголетних значениях 280 мм. За этот же период в 2010 году выпало 245 мм, а в 2012 году 217 мм. Следует отметить, что в годы проведения исследований осадки за вегетационный период выпадали крайне неравномерно. Так, в июле 2011 года осадков практически не было, и только за счёт весенних осадков, которых выпало больше нормы на 140 мм, растения сои формировали урожай.

Неравномерность выпадения осадков в критические периоды роста и развития растений сои явилось основной причиной снижения продуктивности сои.

Критический период роста и развития растений сои является цветение-формирование бобов и налив зерна. От условий их прохождения, особенно влагообеспеченности, зависит урожайность. Соя обладает высоким потенциалом продуктивности, однако реализуется она при неблагоприятных условиях увлажнения только на 22–43% [1].

В нашем опыте из-за неравномерности и недостатка выпадения осадков в летний период наблюдался дефицит влаги для растений сои в июле-августе, то есть в наиболее критическую фазу потребности растений в воде.

Так при среднемноголетней норме осадков в августе – 48 мм в 2010 году выпало на 25,6 мм меньше нормы, а в 2012 году на 44,5 мм меньше. В 2011 году август месяц был достаточно влажным, выпало 80,6 мм осадков, что на 32,6 мм выше нормы.

Температура воздуха за вегетационный период сои была выше среднемноголетних значений в среднем на 3–5 градусов Цельсия. В целом погодные

условия, сложившиеся в 2010–2012 годах, были не благоприятными для формирования высокой продуктивности сои.

Обработка почвы – важный элемент технологии возделывания любой сельскохозяйственной культуры. Она оказывает большое влияние на многие факторы плодородия почвы, положительно влияющие на урожайность культуры. При обработке почвы изменяется и водный режим [12].

По данным ряда учёных, применение отвальной вспашки способствует развитию более мощной корневой системы растений и достигается более глубокое её проникновение, благодаря чему они становятся более засухоустойчивыми, улучшается водопроницаемость и влагоёмкость, создаётся благоприятный водный режим, за счёт чего атмосферные осадки легко проникают в почву, распределяются в большем объёме и медленней испаряются [2,8]. Минимализация обработки почвы приводит к уменьшению водопроницаемости [3,10].

По мнению других исследователей одним из достоинств «нулевой» обработки почвы является большее накопление влаги в почве за счёт оставления на поверхности пожнивных остатков. Считается, что при этом создаётся мульчирующий слой, который препятствует непродуктивному испарению с поверхности почвы, способствует лучшему снегозадержанию, а так же уменьшает глубину промерзания зимой, создаёт условия для лучшего поглощения влаги при таянии снега [11].

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–200 см при НВ (наименьшая влагоёмкость) составляют для чернозема выщелоченного центральной зоны Краснодарского края – 276 мм [4,12].

В годы проведения исследований запасы продуктивной влаги за осенне-зимний период в 2-метровом слое на отвальной вспашке на глубину на 20–22

см, составили 259 мм. На вариантах с дисковым лушением и прямым посевом наблюдалось снижение запасов влаги на 6–9 % .

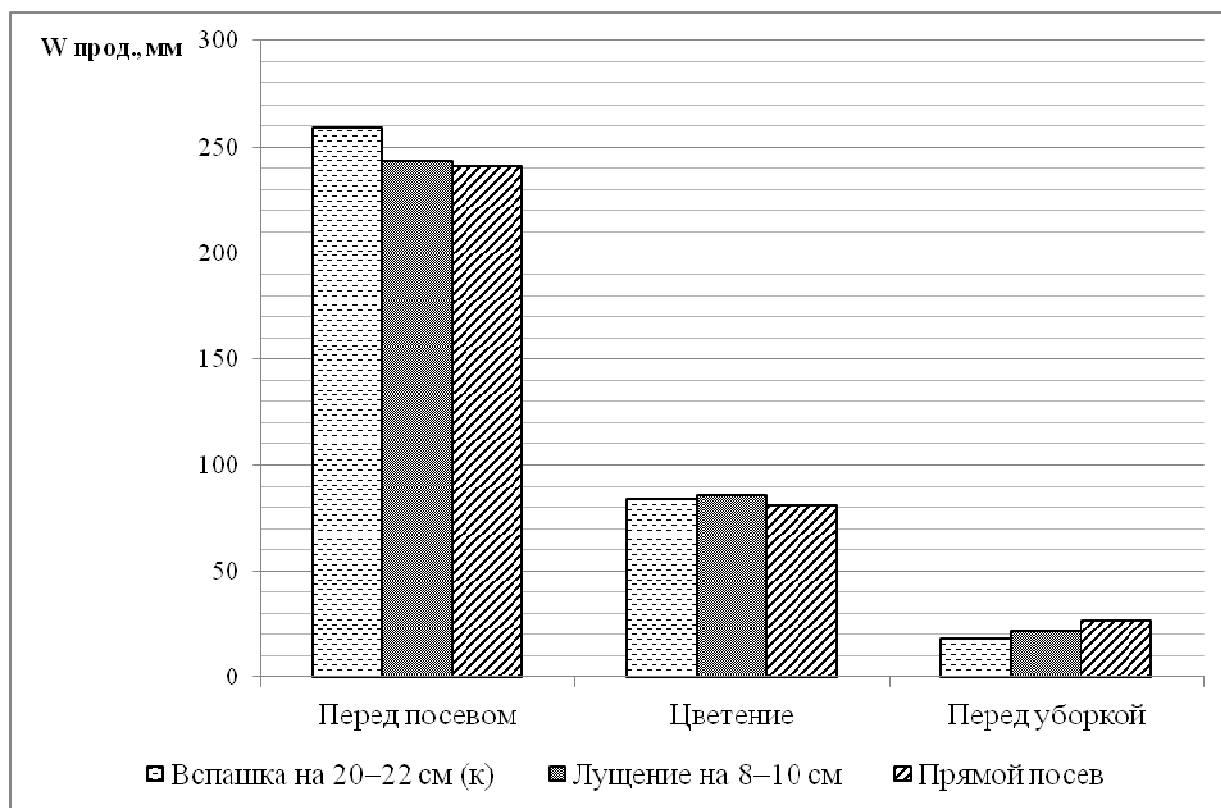


Рисунок 2 – Запасы продуктивной влаги ($W_{\text{прод.}}$, мм) в почве в зависимости от технологии возделывания сои, в среднем 2010–2012г.

К фазе цветения вследствие недостатка осадков и высокой температуры воздуха запас продуктивной влаги по всем изучаемым вариантам снизился более, чем вдвое. К моменту уборки прослеживается закономерность, что с интенсификацией технологии возделывания сои, т. е. с увеличением глубины обработки почвы и норм минеральных удобрений, запасы воды были меньше. Так, на вариантах с дисковым лушением и прямым посевом без применения удобрений, запас продуктивной влаги составил 29 мм и 39 мм соответственно. В это же время на варианте, где применяли отвальную вспашку на 20–22

см и вносили минеральные удобрения $N_{45}P_{120}$, этот показатель составил 15 мм. Это может быть связано с тем, что увеличение глубины обработки почвы и применение удобрений создали для сои более благоприятные условия, соответственно растения были более развиты и лучше использовали почвенную влагу.

Уровень увлажнения почвы можно выразить так же через влажность от скважности (пористости). Влажность от скважности показывает, какая часть в процентах от общей пористости занята почвенной влагой. В естественных условиях она колеблется в пределах от 10–15 до 30 %. Величина влажности от пористости часто используется для характеристики оптимального увлажнения почвы, так как даёт представление о соотношении воды и воздуха в почве [12].

Динамика влажности от скважности и объёмной влажности в зависимости от основной обработки почвы представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика влажности от скважности (R, %) и объёмной влажности (V_в, %) в зависимости от системы основной обработки почвы в слое 0–20 см, 2010–2012 гг.

Система основной обработки почвы	Перед посевом		Перед уборкой	
	R	V _в	R	V _в
Вспашка на 20–22 см (к)	60,1	31,9	35,9	17,3
Дисковое лушение на 8–10 см	62,3	32,4	39,9	18,8
Прямой посев	64,4	32,2	32,6	15,0

Из таблицы 1 видно, что перед посевом сои влажность от скважности по вариантам опыта изменялась от 60,1 до 64,4 %. Наибольшим этот показатель наблюдался на прямом посеве – 64,4 %. С увеличением глубины обработки почвы влажность от скважности снижалась и находилась в пределах от 62,3 % на дисковом лущении до 60,1 % на контроле.

К уборке сои влажность от скважности снизилась по вариантам опыта до 32,6 % на прямом посеве, 35,9 % на вспашке и 39,9 % на дисковом лущении.

Для оптимального роста и развития растений сои важное значение имеет часть почвенных пор занята водой, то есть объёмная влажность. Перед посевом данный показатель не сильно отличался по вариантам обработки почвы и находился в пределах 32 % при общей пористости около 55 %. Эти данные свидетельствуют о том, что воздуха в почве было более 20 % и такое соотношение воды и воздуха достаточно оптимально для хорошего роста и развития растений сои. Перед уборкой за счёт тенденции общего снижения влаги в почве снизился и показатель объёмной влажности. Он находился в пределах от 15,0 % на прямом посеве до 18,8 % на варианте, где применяли дисковое лущение.

Таким образом, способы обработки почвы оказывают достаточно сильное влияние на запасы воды в почве. С увеличением глубины обработки влага в почве переходит в более доступную форму и растения сои более рационально её расходуют. Изучаемые дозы минеральных удобрений практически не влияют на показатели влажности почвы.

Рациональное использование влаги характеризуется коэффициентом водопотребления. Этот коэффициент отражает количество воды, расходуемое растениями для создания единицы урожая. Установлено, что чем полнее удовлетворены потребности растений в основных факторах жизни, тем меньше

расходуют они воды. Из этого следует, что при одинаковом общем количестве потребленной воды, но при разном коэффициенте водопотребления можно получить различный урожай [3]. Поэтому в зоне неустойчивого увлажнения центральной зоны Краснодарского края необходимо уделять особое внимание вопросам рационального использования почвенной влаги (рисунок 3).

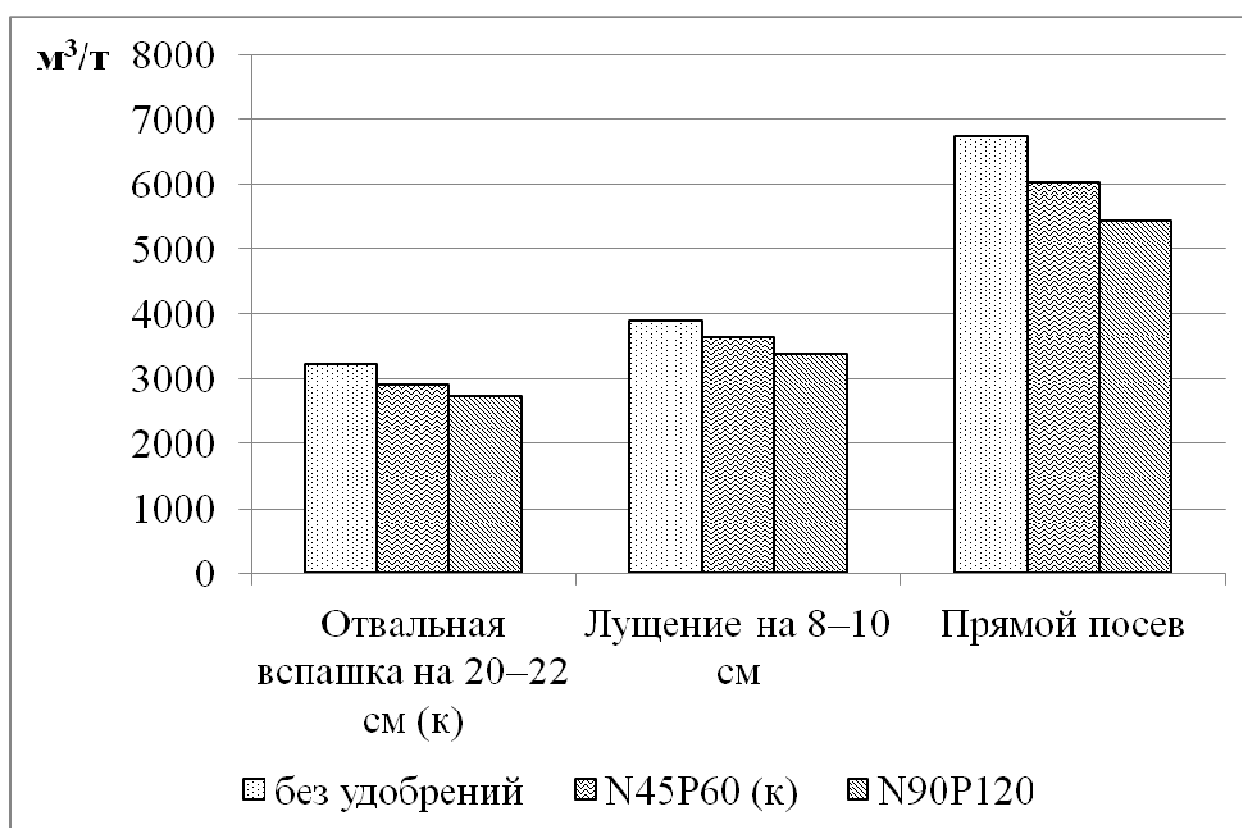


Рисунок 3 – Коэффициент водопотребления сои в зависимости от системы основной обработки почвы и минеральных удобрений, 2010–2012 гг.

Проведенные исследования показали, что менее эффективно использовали влагу растения сои, выращиваемые по нулевой обработке почвы без применения минеральных удобрений. На этом варианте коэффициент водо-

потребления составил 645,3 м³/т, что на 335,7 м³/т больше, чем на отвальной вспашке и на 271,1 м³/т больше, чем на дисковом лущении. Такая зависимость, по-видимому, связана с тем, что на этом варианте были наиболее высокие показатели плотности и твёрдости почвы в пахотном слое, низкие значения скважности и коэффициент структурности, что ухудшило условия роста и развития растений сои и привело к нерациональному использованию продуктивной влаги [6,7].

Дозы вносимых минеральных удобрений так же оказывали влияние на коэффициент водопотребления. При увеличении доз удобрений данный показатель снижался, что говорит об эффективности данного агроприёма.

Сложившаяся динамика влаги в почве по изучаемым вариантам опыта оказала существенное влияние на продуктивность сои (таблица 2).

Анализируя результаты урожая зерна сои по вариантам опыта, следует отметить прежде всего различие по годам. Так, в 2010 и 2012 годы исследований погодные условия сложились крайне неблагоприятно для формирования высокого урожая, так как в критический период для сои (бобообразование – налив семян), который приходится на конец июля-начало августа, отмечались высокие температуры (более 30⁰С) и недостаток осадков (-30,8 мм в сравнении со среднемноголетними данными). Всё это привело к ухудшению условий роста и развития растений, нарушению процессов налива зерна. Следствием этого явилось снижение урожайности зерна в эти годы. 2011 год несмотря на большое количество осадков характеризовался крайне неравномерным их выпадением за вегетационный период. Дефицит влаги наблюдался в критический период роста и развития растений.

В среднем за 3 года исследований по фактору А (обработка почвы) была высокая урожайность получена на отвальной вспашке – 18,5 ц/га, что выше, чем на поверхностной обработке на 4,0 ц/га, а в сравнении с прямым по-

севом на 9,9 ц/га.

Применение минеральных удобрений на посевах сои в нашем опыте позволило получить прибавку урожая от 1,4 до 2,7 ц/га.

Таблица 2 – Урожайность семян сои в зависимости от систем основной обработки почвы и доз минеральных удобрений (среднее за 2010–2012 гг.)

Система основной обработки почвы	Доза удобрения	Год			Среднее за три года	Среднее по фактору		Эффект взаимодействия АВ
		2010	2011	2012		А	В	
Вспашка на 20–22 см (к)	без удобрений	15,3	18,5	14,5	16,1	18,5		-0,8356
	N ₄₅ P ₆₀ (к)	18,2	21,9	17,8	19,3			0,5344
	N ₉₀ P ₁₂₀	18,8	23,1	18,4	20,1			0,3011
Лушение на 8–10 см	без удобрений	12,3	14,8	11,6	12,9	14,5		-0,0356
	N ₄₅ P ₆₀ (к)	14,2	17,0	13,5	14,9			0,1344
	N ₉₀ P ₁₂₀	15,5	17,5	14,1	15,7			-0,0989
Прямой посев	без удобрений	8,3	8,9	6,5	7,9	8,6	12,3	0,8711
	N ₄₅ P ₆₀ (к)	8,7	9,5	6,4	8,2		14,1	-0,6689
	N ₉₀ P ₁₂₀	10,1	10,6	8,4	9,7		15,2	-0,2022
НСР ₀₅	вариантов				1,3			
	А					0,7		
	В						0,7	
	взаимодействия АВ							1,3

Математическая обработка урожайных данных сои показывает существенное различие в урожае зерна сои между изучаемыми в опыте вариантами.

Таким образом, в результате проведённых исследований установлено, что в условиях зоны неустойчивого увлажнения при возделывании сои следует использовать вспашку на 20–22 см и вносить полную дозу минеральных удобрений. Применение этих приёмов позволяет увеличить урожайность и валовые сборы зерна сои.

Литература

1. Баранов, В. Ф. Соя на Кубани / В. Ф. Баранов, А. В. Кочегура, В. М. Лукомец. – Краснодар, 2009. – 321 с.
2. Бушнев, А. С. Особенности обработки почвы под сою // Земледелие. – 2010. – № 3. – С. 21–23.
3. Бушнев, А. С. Водный режим чернозема выщелоченного при длительном применении различных систем основной обработки почвы в севообороте с масличными культурами / А. С. Бушнев // Масличные культуры. – 2014. – № 159–160. – С. 110–119.
4. Герасименко, В. Н. Продуктивность сои в условиях орошения в зависимости от способа основной обработки почвы и удобрений на выщелоченном черноземе Западного Предкавказья: Автореф. дис.... канд. с.-х. наук. Краснодар, 1998. 25 с.
5. Коваль, Т. А. Учение П. А. Костычева о борьбе с засухой / Т.А. Коваль // Агробиология. – 1949. – № 4. – С. 46–61.
6. Макаренко, С. А. Влияние систем основной обработки почвы на агрофизические показатели чернозёма выщелоченного и урожайность сои в условиях Западного Предкавказья / С. А. Макаренко, Н. И. Бардак, А. С. Найдёнов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Материалы VI всерос. науч.- практ. конф. молод. учёных. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – С. 36–38.
7. Макаренко, С. А. Влияние способов основной обработки почвы под сою на изменение агрофизических показателей чернозёма выщелоченного / С. А. Макаренко, А. С. Найдёнов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №05(109). С. 837 – 847. – IDA [article ID]: 1091505057. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/05/pdf/57.pdf>
8. Маковеев, А. В. Влияние различных систем основной обработки проводимой под подсолнечник на физические свойства почвы / А. В. Маковеев, Ф. И. Дерёка, С. И. Лучинский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №09(113). С. 562 – 579. – IDA [article ID]: 1121508102. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/102.pdf>

9. Малюга, Н. Г. Сбалансированная биологизированная система земледелия – основа сохранения плодородия и высокой продуктивности черноземов Кубани / Н. Г. Малюга, С. В. Гаркуша, В. П. Василько, и др. // Тр. КубГАУ. – 2015. – № 52. – С. 125–129.

10. Найдёнов, А. С. Минимализация обработки почвы в полевых севооборотах Кубани / А. С. Найдёнов, В. В. Терещенко, Н. И. Бардак, и др // Тр. КубГАУ. – 2015. – № 52. – С. 130–134.

11. Система земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе. – Краснодар. 2015. – 352 с.

12. Тарасенко, Б.И. Обработка почвы : учеб.пособие / Б. И. Тарасенко, А. С. Найдёнов, Н. И. Бардак, В. В. Терещенко. – 3-е перераб. и доп. изд. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 176 с.

References

Baranov, V. F. Soja na Kubani / V. F. Baranov, A. V. Kochegura, V. M. Lukomes. – Krasnodar, 2009. – 321 s.

2. Bushnev, A. S. Osobennosti obrabotki pochvy pod soju // Zemledelie. – 2010. – № 3. – S. 21–23.

3. Bushnev, A. S. Vodnyj rezhim chernozema vyshhelochennogo pri dlitel'nom primenении razlichnyh sistem osnovnoj obrabotki pochvy v sevooborote s maslichnymi kul'-turami / A. S. Bushnev // Maslichnye kul'tury. – 2014. – № 159–160. – S. 110–119.

4. Gerasimenko, V. N. Produktivnost' soi v uslovijah oroshenija v zavisimosti ot sposoba osnovnoj obrabotki pochvy i udobrenij na vyshhelochennom chernozeme Zapadnogo Predkavkaz'ja: Avtoref. dis.... kand. s.-h. nauk. Krasnodar, 1998. 25 s.

5. Koval', T. A. Uchenie P. A. Kostycheva o bor'be s zasuhoj / T.A. Koval' // Agrobiologija. – 1949. – № 4. – S. 46–61.

6. Makarenko, S. A. Vlijanie sistem osnovnoj obrabotki pochvy na agrofizicheskie pokazateli chernozjoma vyshhelochennogo i urozhajnost' soi v uslovijah Zapadnogo Predkavkaz'ja / S. A. Makarenko, N. I. Bardak, A. S. Najdjonov // Nauchnoe obespechenie agropro-myshlennogo kompleksa: Materialy VI vseros. nauch.- prakt. konf. molod. uchjonyh. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – S. 36–38.

7. Makarenko, S. A. Vlijanie sposobov osnovnoj obrabotki pochvy pod soju na izmenenie agrofizicheskih pokazatelej chernozjoma vyshhelochennogo / S. A. Makarenko, A. S. Najdenov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo GAU (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №05(109). S. 837 – 847. – IDA [article ID]: 1091505057. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/05/pdf/57.pdf>

8. Makoveev, A. V. Vlijanie razlichnyh sistem osnovnoj obrabotki provodimoj pod podsolnechnik na fizicheskie svojstva pochvy / A. V. Makoveev, F. I. Dereka, S. I. Luchin-skij i dr. // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №09(113). S. 562 – 579. – IDA [article ID]: 1121508102. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/102.pdf>

9. Maljuga, N. G. Sbalansirovannaja biologizirovannaja sistema zemledelija – osnova sohranenija plodorodija i vysokoj produktivnosti chernozemov Kubani / N. G. Maljuga, S. V. Garkusha, V. P. Vasil'ko, i dr. // Тр. КубГАУ. – 2015. – № 52. – С. 125–129.

10. Najdjonov, A. S. Minimalizacija obrabotki pochvy v polevyh sevooborotah Kubani / A. S. Najdenov, V. V. Tereshhenko, N. I. Bardak, i dr // Tr. KubGAU. – 2015. – № 52. – S. 130–134.
11. Sistema zemledelija Krasnodarskogo kraja na agrolandshaftnoj osnove. – Krasnodar. 2015. – 352 s.
12. Tarasenko, B.I. Obrabotka pochvy : uceb.posobie / B. I. Tarasenko, A. S. Najdenov, N. I. Bardak, V. V. Tereshhenko. – 3-e pererab. i dop. izd. – Krasnodar : KubGAU, 2015. – 176 s.