

УДК 631.51:633.854.78:631.432(571.150)

**В.И. Беляев, Т. Майнель, Р. Тиссен,
Н.В. Рудев, Н.А. Кожанов, Л.В. Соколова**
V.I. Belyayev, T. Meinel, R. Tiessen,
N.V. Rudev, N.A. Kozhanov, L.V. Sokolova

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТИ
ПОДСОЛНЕЧНИКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ОСЕННЕЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ
В УСЛОВИЯХ КУЛУНДИНСКОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

**COMPARATIVE EVALUATION OF SOIL WATER REGIME AND SUNFLOWER YIELD UNDER VARIOUS
AUTUMN TILLAGE TECHNOLOGIES IN THE KULUNDA STEPPE OF THE ALTAI REGION**

Ключевые слова: обработка почвы, подсолнечник, урожайность, водный режим почвы, сухая степь, сельское хозяйство.

Keywords: tillage, sunflower, yield, soil water regime, dry steppe, agriculture.

Осенняя обработка почвы является одним из наиболее значимых факторов повышения эффективности возделывания сельскохозяйственных культур. Цель работы – оценка эффективности применения различных технологий осенней обработки почвы при возделывании подсолнечника в зоне засушливой степи Алтайского края. В задачи исследований входила сравнительная оценка водного режима почвы и урожайности подсолнечника при различных технологиях осенней обработки почвы. Экспериментальные исследования проводились в рамках Международного проекта «Кулунда» в ООО КХ «Партнер» Михайловского района Алтайского края в 2012–2015 гг. Сравнительная оценка технологий возделывания подсолнечника указывает на высокую значимость приемов осенней обработки почвы в формировании водного режима почвы и урожая. Выявлена четкая тенденция на увеличение влагонакопления в метровом слое почвы в весенний период с увеличением глубины осенней обработки (в среднем за 3 года по сравниваемым вариантам на 25,3 мм, или 11,8%), но при этом возрастал и расход влаги из почвы за вегетацию на 28,5 мм, или на 37,4%. С точки зрения влагосбережения достоверное преимущество имели технологии «Strip-Till» и «No-Till» (расход влаги почти в 1,5 раза ниже, чем по интенсивной технологии; на 24,3% ниже, чем по минимальной, и на 14,9%, чем по мульчирующей). Максимальная урожайность подсолнечника в среднем за годы исследований получена по интенсивной технологии (24,3 ц/га), а минимальная – по технологии «No-Till» (15,5 ц/га). Различия существенны, с увеличением глубины сплошной осенней обработки наблюдался рост урожая. Технология полосовой обработки почвы «Strip-Till» занимала промежуточное положение с урожаем 19,1 ц/га. По расходу влаги из метрового слоя почвы на единицу урожая достоверное преимущество имела технология «Strip-Till» (3,8 мм/ц), а максимальная величина получена по мульчирующей технологии (5,4 мм/ц).

Autumn tillage is one of the most significant factors of increasing the efficiency of crop cultivation. The research goal is to evaluate the effectiveness of various autumn tillage technologies for sunflower growing in the arid steppe zone of the Altai Region. The research objectives included comparative evaluation of soil water regime and sunflower yield under various technologies of autumn tillage. Experimental studies were carried out within the framework of the International Project "Kulunda" on the farm of the ООО KKh "Partner" of the Mikhailovskiy District of the Altai Region from 2012 to 2015. The comparative evaluation of sunflower cultivation technologies shows the importance of autumn tillage techniques in the formation of soil water regime and crop yield. A clear trend of increased moisture accumulation in one meter soil layer during the spring period after increased autumn tillage depth was revealed (three-year average for the compared variants by 25.3 mm or 11.8%), but at the same time moisture soil consumption increased during the growing season by 28.5 mm or 37.4%. From the point of view of moisture saving, Strip-Till and No-Till technologies had significant advantage (moisture consumption was almost 1.5 times lower than under intensive technology; by 24.3% lower than under minimum technology, and by 14.9% lower than under mulching technology). The average maximum sunflower yield for the years of research was obtained under intensive technology (2.43 t ha), and the minimum yield – under No-Till technology (1.55 t ha). The differences were significant; yield increase was observed with increased depth of autumn overall tillage. Strip-Till technology was intermediate regarding the crop yield (1.91 t ha). In terms of moisture consumption from one meter soil layer per unit of crop yield, the Strip-Till technology had significant advantage (3.8 mm per 0.1 t); the maximum value was obtained by the mulching technology (5.4 mm per 0.1 t).

Беляев Владимир Иванович, д.т.н., проф., зав. каф. сельскохозяйственной техники и технологий, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-35-99. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Belyayev Vladimir Ivanovich, Dr. Tech. Sci., Prof., Head, Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-35-99. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Майнелъ Тобиас, доктор, проф. директор, ТОО «Amazone Kasachstan», г. Астана, Республика Казахстан. E-mail: Dr.Tobias.Meinel@amazone.de.

Тиссен Раймер, аспирант, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Рудев Николай Васильевич, гл. агроном, ООО КХ «Партнер», Михайловский р-н, Алтайский край. E-mail: rudev.nikolaj@mail.ru.

Кожанов Никита Андреевич, инженер, ООО КХ «Партнер», Михайловский р-н, Алтайский край. E-mail: kozhanov-partner@yandex.ru.

Соколова Людмила Валерьевна, к.с.-х.н., доцент каф. ботаники, физиологии растений и кормопроизводства, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-84-08. E-mail: l.v.sokol@mail.ru.

Meinel Tobias, Dr., Director, Amazone Kasachstan, Astana, Republic of Kazakhstan. E-mail: Dr.Tobias.Meinel@amazone.de.

Tiessen Reimer, Post-Graduate Student, Altai State Agricultural University. E-mail: prof-belyaev@ya.ru.

Rudev Nikolay Vasilyevich, Chief Agronomist, ООО КХ "Partner", Mikhaylovskiy District, Altai Region. E-mail: rudev.nikolaj@mail.ru.

Kozhanov Nikita Andreyevich, Engineer, ООО КХ "Partner", Mikhaylovskiy District, Altai Region. E-mail: kozhanov-partner@yandex.ru.

Sokolova Lyudmila Valeryevna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Botany, Plant Physiology and Forage Production, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-08. l.v.sokol@mail.ru.

Введение

Осенняя обработка почвы является одним из наиболее значимых факторов повышения эффективности возделывания сельскохозяйственных культур. Длительное применение интенсивных технологий обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур в засушливых степных регионах приводило к нарушению почвенного, растительного и водного баланса территорий. Это, в конечном итоге, обуславливало деградацию почв и снижение ее плодородия [1-4].

Поэтому долгое время в мире повышение урожайности возделываемых культур осуществлялось за счет введения в пользование новых земель. Однако количество земельных ресурсов ограничено, к тому же наблюдается глобальное изменение климата, что требует адаптации применяемых технологий к внешним условиям [5-8].

Это позволит в комплексе решать вопросы освоения новых сберегающих технологий возделывания культур на экономической и экологической основе.

Цель работы – оценка эффективности применения различных технологий осенней обработки почвы при возделывании подсолнечника в зоне засушливой степи Алтайского края.

Экспериментальные исследования проводились в рамках Международного проекта «Кулунда» в ООО КХ «Партнер» Михайловского района Алтайского края в 2012-2015 гг.

В задачи исследований входила сравнительная оценка водного режима почвы и урожайности подсолнечника при различных технологиях осенней обработки почвы.

Объекты и методы

На опытной площадке хозяйства выполнена закладка полевого опыта осенью 2012 г. Исследуемые варианты технологий приведены в таблице 1.

Таблица 1
Варианты закладки полевого опыта

№	Технология, машина-орудие для обработки	Глубина обработки почвы, см	Доза внесения удобрений при обработке, кг/га
1	Интенсивная, ПГ-3-5	20-22	0
2	Strip-Till, Amazone	16-18	150
3	Strip-Till, Amazone	16-18	100
4	Strip-Till, Amazone	16-18	50
5	Strip-Till, Amazone	20-22	150
6	Strip-Till, Amazone	20-22	100
7	Strip-Till, Amazone	20-22	50
8	Strip-Till, Amazone	26-28	150
9	Strip-Till, Amazone	26-28	100
10	Strip-Till, Amazone	26-28	50
11	No-Till, без	0	0
12	Strip-Till, Amazone	32-34	100
13	Поверхностная, Catros	6-8	0
14	Strip-Till, Amazone	32-34	50
15	Минимальная, КПШ-9	14-16	0

Сравнивались следующие варианты технологий возделывания культур:

1. Технология «No-Till» без осенней обработки почвы.

2. Мульчирующая технология осенней обработки почвы на глубину 6-8 см (рис. 1а).

3. Минимальная технология осенней обработки почвы почвообрабатывающим агрегатом на базе КПШ-9 на глубину 14-16 см (рис. 1б).

4. Интенсивная осенняя обработка почвы агрегатом на базе ПГ-3-5 на глубину 20-22 см (рис. 2).

5. Технология «Strip-Till» (рис. 3), в которой выделены 4 уровня средней глубины осенней обработки почвы (17, 21, 27 и 33 см) и 3 уровня доз внесения удобрений (аммиачная селитра, 50, 100 и 150 кг/га в физическом весе). Всего 11 делянок.

Агрегаты комплектовались на базе тракторов «Кировец» (300 л.с.) и New Holland (300 л.с.). Весной поле обрабатывалось глифосатом «Аристократ» при дозе 2 л/га (100 л) самоходным опрыскивателем JD (30 м). Посев подсолнечника выполнялся в начале мая сеялкой EDX-9000. Высевался гибрид «Armada» (Турция) при норме высева 55 тыс. шт/га и дозе внесения аммиачной селитры 30 кг/га (в физическом весе). Лабораторная всхожесть семян 96%. Гербицидная обработка проводилась в фазе 6 листьев.



а



б

Рис. 1. Машинно-тракторные агрегаты:
а – К-701+Catros; б – К-701+КПШ-9



Рис. 2. Машинно-тракторный агрегат К-701+ПГ-3-5



Рис. 3. Почвообрабатывающий агрегат для технологии «Strip-Till»

В весенний период (3-я декада апреля), по всходам (2-я декада июня) и при уборке (3-я декада августа) на опытных деланках определялись запасы влаги в почве по слоям до 1 м прибором НН-2 (рис. 4).



Рис. 4. Комплект для экспресс-анализа содержания влаги в почве (ручной прибор-индикатор НН2 Moisture Meter, Гидрозонд FDR ML2x «Эко-Тех», ФРГ)

В период уборки проводился обмолот зачетных делянок зерноуборочным комбайном, а также определялись влажность почвы по слоям и запасы влаги в метровом слое. Полученная информация обрабатывалась на компьютере с целью определения статистик измеряемых показателей.

Результаты и их обсуждение

ООО КХ «Партнер» расположено в Западно-Кулундинской зоне Алтайского края. Климат резко континентальный. Преобладающими типами почв являются каштановые. Рельеф равнинный. Особенностью территории Кулунды является обилие света и тепла с суммами активных температур от 2000 до 2600°C и недостаточным увлажнением в течение годового периода. Количество осадков составляет 230-350 мм/год. Распределение их как по территории, так и по сезонам является достаточно неравномерным [9].

Количество и распределение осадков и температур за вегетационный период по данным ближайшей метеостанции (с. Ключи) и за годы исследований приведены в таблицах [10].

За май-август количество осадков вегетации за годы исследований находилось в пределах 123-180 мм при среднем количестве 148,2 мм. Это ниже среднего многолетнего значения на 20,4 мм (12,1%). Главным образом, меньшее количество осадков за вегетацию наблюдалось в июне месяце (на 24,7 мм, или почти в 2 раза ниже нормы).

Средние месячные температуры за 4 года исследований находились на уровне средних многолетних, за исключением мая, где снижение составило 1,7°C. Сумма температур вегетации была на 38°C (1,7%) ниже многолетней.

Данные общих запасов влаги в метровом слое почвы по вариантам технологий и возделываемым культурам за наблюдаемые периоды вегетации приведены в таблице 2.

Таблица 2

Средние значения запасов влаги в метровом слое почвы по вариантам технологий и ее расход за вегетацию 2013-15 гг., мм

Технология осенней обработки почвы	3-я декада апреля	2-я декада июня	W ₁	3-я декада августа	W ₂	W ₀
2013 г.						
1. No-Till	195,0	161,8	33,2	128,2	33,6	66,8
2. Мульчирующая	204,2	153,4	50,8	106,8	46,6	97,4
3. Минимальная	194,9	138,9	56,0	121,3	17,6	73,6
4. Интенсивная	219,3	161,1	58,2	132,3	28,8	87,0
5. Strip-Till	203,2	168,3	34,8	136,6	31,7	66,6
Среднее	203,3	156,7	46,6	125,0	31,7	78,3
2014 г.						
1. No-Till	113,0	91,6	21,4	113,0	-21,4	0
2. Мульчирующая	114,3	110,3	4,0	103,4	6,9	10,9
3. Минимальная	134,4	142,2	-7,8	75,6	66,6	58,8
4. Интенсивная	174,9	154,3	20,6	78,1	76,2	96,8
5. Strip-Till	126,9	94,6	32,3	108,8	-14,2	18,1
Среднее	132,7	118,6	14,1	95,8	22,8	36,9
2015 г.						
1. No-Till	337,3	272,8	64,5	175,7	97,1	161,6
2. Мульчирующая	336,7	274,2	62,5	188,4	85,8	148,3
3. Минимальная	340,5	243,4	97,1	195,1	48,3	145,4
4. Интенсивная	326,9	339,1	-12,2	196,9	142,2	130,0
5. Strip-Till	321,6	293,5	28,1	187,6	105,9	134,0
Среднее	332,6	284,6	48,0	188,7	95,9	143,9
Среднее						
1. No-Till	215,1	175,4	39,7	139,0	36,4	76,1
2. Мульчирующая	218,4	179,3	39,1	132,9	46,4	85,5
3. Минимальная	223,3	174,8	48,4	130,7	44,2	92,6
4. Интенсивная	240,4	218,2	22,2	135,8	82,4	104,6
5. Strip-Till	217,2	185,5	31,7	144,3	41,1	72,9
Среднее	222,9	186,6	36,2	136,5	50,1	86,3

Примечание. W₁ – расход влаги из метрового слоя почвы за период 3-я декада апреля – 2-я декада июня, мм; W₂ – расход влаги из метрового слоя почвы за период 2-я декада июня – 3-я декада августа, мм; W₀ – расход влаги из метрового слоя почвы за период 3-я декада апреля – 3-я декада августа, мм.

Анализ данных показывает, что в весенний период 2013 г. максимальные общие влагозапасы в метровом слое почвы получены по технологии глубокой осенней обработки почвы (219,3 мм), далее идут варианты мульчирующей обработки (204,2 мм) и «Strip-Till» (203,2 мм), а наименьшие влагозапасы – по технологиям «No-Till» (195,0 мм) и минимальной (194,9 мм). Максимальные различия между вариантами технологий составляют 12,5%.

К середине июня также наблюдалось высокое различие влагозапасов в метровом слое почвы по вариантам технологий (в пределах 29,4 мм). Максимальное значение запасов влаги получено по технологии «Strip-Till» (168,3 мм), а минимальное – по минимальной технологии (138,9 мм).

За первый период наблюдений (3-я декада апреля – 2-я декада июня) наименьший расход влаги из метрового слоя почвы наблюдался по технологиям «No-Till» и «Strip-Till» (соответственно, 33,2 и 33,4 мм), а по остальным вариантам он был существенно выше (50,8-58,2 мм).

В осенний период (3-я декада августа) запасы влаги в метровом слое почвы по вариантам технологий обработки находились в пределах 106,8-136,6 мм и также различались существенно. Расход влаги из метрового слоя почвы за второй период вегетации (2-я декада июня – 3-я декада августа) составил 17,6-46,6 мм. В итоге максимальный расход влаги из метрового слоя почвы за вегетацию получен по мульчирующей технологии – 97,4 мм, а минимальный – по технологиям «No-Till» и «Strip-Till» (66,8 и 66,6 мм соответственно). Таким образом, применение технологий сплошной осенней обработки почвы приводило к увеличению расхода влаги из почвы за вегетацию.

По состоянию на 3-ю декаду апреля 2014 г. средние влагозапасы в метровом слое почвы по вариантам технологий были низкими и составили 113,0 мм (технология «No-Till») и 174,9 мм (интенсивная технология). Различия высокосignификанты. Ко 2-й декаде июня изменения находились в пределах 91,6-154,3 мм. Расход влаги из почвы за первый период вегетации составил от 32,3 мм (технология «Strip-Till») до -7,8 мм (минимальная технология).

В период уборки (3-я декада августа) запасы влаги в почве были близки к недоступной растениям и находились в пределах 75,6-113,0 мм при существенных различиях

расхода влаги из почвы за второй период наблюдений (от 76,2 мм по интенсивной технологии до -21,4 мм по технологии «No-Till»).

В результате расход влаги из метрового слоя почвы за вегетацию по технологии глубокой осенней обработки оказался существенно выше (96,8 мм), чем по «No-Till» (0 мм) и «Strip-Till» (18,1 мм).

В весенний период 2015 г. общие влагозапасы в метровом слое почвы были высокими по всем вариантам технологий обработки почвы и находились в пределах 321,6-340,5 мм. Но уже к середине июня различия значительно увеличились. Максимальные запасы наблюдали по интенсивной технологии (339,1 мм), а минимальные – по минимальной технологии (243,4 мм). При этом минимальный расход влаги за первый период вегетации получен по интенсивной технологии (-12,2 мм), а максимальный – по минимальной технологии (97,1 мм).

В августе месяце запасы влаги по вариантам технологий были высокими и изменялись в пределах 175,7 мм (технология «No-Till») – 196,9 мм (интенсивная технология). Расход влаги за второй период вегетации был высоким и составил от 48,3 мм (минимальная технология) до 142,2 мм (интенсивная технология).

В целом за вегетацию расход влаги из метрового слоя почвы также был высоким и находился в пределах 130,0 мм (интенсивная технология) – 161,6 мм (технология «No-Till»).

За три года исследований максимальные влагозапасы получены в среднем по технологии интенсивной обработки почвы (240,4 мм), а минимальные – по технологии «No-Till» (218,4 мм). Причем по технологиям «No-Till», «Strip-Till» и мульчирующей различия не существенны (в пределах 3,3 мм), а далее прослеживается тенденция на увеличение запасов влаги с увеличением глубины осенней обработки почвы.

К середине июня наименьшие влагозапасы наблюдались по технологиям «No-Till», мульчирующей и минимальной (174,8-179,3 мм), несколько выше по технологии «Strip-Till» (185,5 мм), а максимальные – по интенсивной технологии (218,2 мм). В результате за первый период наблюдений минимальный расход влаги из метрового слоя почвы получен по интенсивной технологии (22,2 мм), а максимальный – по минимальной технологии (48,4 мм).

Таблица 3

Урожайность подсолнечника и удельный расход влаги по вариантам агротехнологий за 2013-2015 гг.

Технология	Урожайность подсолнечника, ц/га				W ₀ /Уср., мм/ц
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	
1. No-Till	17,6	8,4	20,6	15,5	4,9
2. Мульчирующая	15,8	10,9	20,7	15,8	5,4
3. Минимальная	18,9	29,5	19,0	22,5	4,1
4. Интенсивная	19,4	26,5	27,1	24,3	4,3
5. Strip-Till	20,3	12,3	24,7	19,1	3,8
Среднее	18,4	17,5	22,4	19,4	4,5

Примечание. W₀ – расход влаги из метрового слоя почвы за период 3-я декада апреля – 3-я декада августа, мм; Уср. – средняя урожайность подсолнечника за 2013-2015 гг., ц/га.

В период уборки (конец августа) различия во влагозапасах по вариантам технологий были менее существенны. Их изменения находились в пределах 130,7 мм (минимальная технология) – 144,3 мм (технология «Strip-Till»). Расход влаги за второй период наблюдений составил 36,4 мм (технология «No-Till») – 82,4 мм (технология «Strip-Till»).

В целом за вегетацию минимальный расход влаги из метрового слоя почвы получен по технологиям «Strip-Till» (72,9 мм) и «No-Till» (76,1 мм), а максимальный – по интенсивной технологии (104,9 мм).

Таким образом, за годы исследований выявлена четкая тенденция на увеличение влагонакопления в метровом слое почвы в весенний период с увеличением глубины осенней обработки, но при этом возрастал и расход влаги из почвы за вегетацию. С точки зрения влагосбережения достоверное преимущество имели технологии «Strip-Till» и «No-Till» (расход влаги почти в 1,5 раза ниже, чем по интенсивной технологии; на 24,3% ниже, чем по минимальной, и на 14,9%, чем по мульчирующей).

Результаты определения физической урожайности подсолнечника по вариантам агротехнологий приведены в таблице 3. Как показывает анализ, в условиях 2013 г. наибольшая урожайность подсолнечника получена по технологии «Strip-Till» (20,3 ц/га), а минимальная – по мульчирующей (15,8 ц/га). Соответствующий расход влаги из метрового слоя почвы на единицу урожая находился в пределах 6,2 и 3,3 мм/ц. Причем с ростом глубины осенней обработки почвы от мульчирующей технологии до интенсивной урожай увеличивался до 19,4 ц/га.

Величина урожая подсолнечника в 2014 г. была существенно выше по минимальной (29,5 ц/га) и интенсивной технологиям (26,5 ц/га), против 8,4-12,3 ц/га по остальным вариантам. Расход влаги из почвы на единицу урожая также при этом был

выше, что во многом было обусловлено различиями в водном режиме почвы.

В условиях 2015 г. наименьшая урожайность получена по минимальной технологии (19,0 ц/га), технологии «No-Till» и мульчирующая показали несколько более высокий урожай (20,6 и 20,7 ц/га). Еще более высокий урожай получен по технологии «Strip-Till» (24,7 ц/га), а максимальная величина – по интенсивной технологии (27,1 ц/га).

Расход влаги на единицу урожая по технологиям «No-Till», мульчирующей и минимальной находился в пределах 7,7-7,2 мм/ц, а по технологиям «Strip-Till» и интенсивной – 5,6 и 4,8 мм/ц соответственно.

В среднем за 3 года исследований наибольшая урожайность подсолнечника получена по интенсивной технологии (24,3 ц/га), а минимальная – по технологии «No-Till» (15,5 ц/га). Различия существенны. Причем, с увеличением глубины сплошной осенней обработки наблюдался рост урожая. Технология полосовой обработки почвы «Strip-Till» занимала промежуточное положение с урожаем 19,1 ц/га.

По расходу влаги из метрового слоя почвы на единицу урожая достоверное преимущество имела технология «Strip-Till» (3,8 мм/ц), а наибольшая величина получена по мульчирующей технологии (5,4 мм/ц).

Выводы

1. Сравнительная оценка технологий возделывания подсолнечника указывает на высокую значимость приемов осенней обработки почвы в формировании водного режима почвы и урожая.

2. Выявлена четкая тенденция на увеличение влагонакопления в метровом слое почвы в весенний период с увеличением глубины осенней обработки (в среднем за 3 года по сравниваемым вариантам на 25,3 мм, или 11,8%), но при этом возрастал и расход влаги из почвы за вегетацию на 28,5 мм, или на 37,4%.

3. С точки зрения влагосбережения достоверное преимущество имели технологии «Strip-Till» и «No-Till» (расход влаги почти в 1,5 раза ниже, чем по интенсивной технологии; на 24,3% ниже, чем по минимальной, и на 14,9%, чем по мульчирующей).

4. Максимальная урожайность подсолнечника в среднем за годы исследований получена по интенсивной технологии (24,3 ц/га), а минимальная – по технологии «No-Till» (15,5 ц/га). Различия существенны. Причем, с увеличением глубины сплошной осенней обработки наблюдался рост урожая. Технология полосовой обработки почвы «Strip-Till» занимала промежуточное положение с урожаем 19,1 ц/га.

5. По расходу влаги из метрового слоя почвы на единицу урожая достоверное преимущество имела технология «Strip-Till» (3,8 мм/ц), а максимальная величина получена по мульчирующей технологии (5,4 мм/ц).

Библиографический список

1. Беляев В.И., Вольнов В.В. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в Алтайском крае. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2010. – 205 с.

2. Беляев В.И., Майнель Т., Тиссен Р. Технология «Strip-Till»: особенности конструкций машин ведущих мировых производителей и их применения // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 11 (109). – С. 86-91.

3. Illiger P., Fruehauf M., Shmidt G., Meinel T., Belyayev V., Silantjeva M., Kazarian M. Ecosystem conversion and its effects for carbon sink function in West-Siberian Kuldunda Steppe. – Accounting and valuation of ecosystem services (ES) – Experience, especially in Germany and Russia. In: Digest of scientific papers, Grunevald K., Bastian O., Drozdov A. and Grabovsky V. (Eds.). Bonn, Bad Godesberg, 2014, p. 301-320.

4. Kindig W. The benefits of No-till [Электронный ресурс]: <http://www.yorkccd.org/agricultural-programs/no-tillcover-crops-articles/> (дата обращения 16.04.2017 г.)

5. Беляев В.И., Майнель Т., Кожанов С.А., Тиссен Р., Беляев В.В., Кожанов Н.А. Международный проект «Кулунда»: обоснование инновационных комплексов машин и технологий возделывания сельскохозяйственных культур для степной зоны Алтайского края // Аграрная наука – сельскому хозяйству: в 3 кн. / сб. ст. IX Междунар. науч.-практ. конф. (3-4 февраля).

– Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2014. – Кн. 3. – С. 3-8.

6. Беляев В., Боварова М., Прищепов А., Майнель Т., Бугай Ю., Ковалева И., Кожанов Н., Казарджян М., Фрюауф М. Экономические, экологические, технологические факторы и результаты деятельности сельскохозяйственных предприятий в условиях Кулундинской степи. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2014. – 237 с.

7. Беляев В.И., Майнель Т., Соколова Л.В. Формирование урожая яровой мягкой пшеницы по различным предшественникам при минимизации обработки почвы в умеренно-засушливой степи Алтайского края // Роль целины и перспективы развития земледелия и растениеводства Казахстана: сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию освоения целинных и залежных земель. – Шортанды; Астана: Изд-во НПЦ зернового хозяйства им. А.И. Бараева, 2014. – С.158-163.

8. Беляев В.И. Техническое и технологическое обеспечение ресурсосберегающих технологий производства зерна в Алтайском крае // Актуальная статистика Сибири: информационно-статистический журнал. – 2013. – № 1. – С. 72-81.

9. Краткая информация об Алтайском крае [Электронный ресурс]: <http://www.altairegion22.ru/territory/info/> (дата обращения 20.04.2017 г.)

10. Беляев В.И., Майнель Т., Грунвальд Л., Шмидт Г., Бондарович А.А., Щербинин В.В., Понькина Е.В., Мацюра А.В., Штефан Э., Иллигер П., Кожанов Н.А., Рудев Н.В. Водный режим почвы и урожайность сельскохозяйственных культур при различных технологиях возделывания в Кулундинской степи Алтайского края // Вестник Днепрпетровского университета. Биология, экология. – 2016. – 24 (2). – С. 531-539. (ISSN: 2310-0842 (print), 2312-301X (electronic), IF ПИНЦ 2013-0,031; IF-0,11). – URL: <http://ecology.dp.ua/index.php/ECO/article/view/011672>.

References

1. Belyaev V.I., Volnov V.V. Resursosberegayushchie tekhnologii vozdeleyvaniya zernovykh kultur v Altayskom krae. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2010. – 205 s.

2. Belyaev V.I., Maynel T., Tissen R. Tekhnologiya «Strip-Till»: osobennosti konstruktivnykh mashin vedushchikh mirovykh proizvoditeley i ikh primeneniya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 11 (109). – S. 86-91.

3. Illiger P., Fruehauf M., Shmidt G., Meinel T., Belyayev V., Silantjeva M., Kazarian M. Ecosystem conversion and its effects for carbon sink function in West-Siberian Kulunda Steppe. – Accounting and valuation of ecosystem services (ES) – Experience, especially in Germany and Russia. In: Digest of scientific papers, Grunevald K., Bastian O., Drozdov A. and Grabovsky V. (Eds.). Bonn, Bad Godesberg, 2014, p. 301-320.
4. Kindig W. The benefits of No-till: Elektronnyy resurs: <http://www.yorkccd.org/agricultural-programs/no-tillcover-crops-articles/> (data obrashcheniya 16.04.2017 g.)
5. Belyaev V.I., Maynel T., Kozhanov S.A., Tissen R., Belyaev V.V., Kozhanov N.A. Mezhdunarodnyy proekt «Kulunda»: obosnovanie innovatsionnykh kompleksov mashin i tekhnologiy vozdelyvaniya selskokhozyaystvennykh kultur dlya stepnoy zony Altayskogo kraya // Agrarnaya nauka – selskomu khozyaystvu: sbornik statey: v 3 kn. / IX Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (3-4 fevralya). – Barnaul: RIO Altayskogo GAU, 2014. – Kn. 3. – S. 3-8.
6. Belyaev V., Bovarova M., Prishchepov A., Maynel T., Bugay Yu., Kovaleva I., Kozhanov N., Kazardzhyan M., Fryauf M. Ekonomicheskie, ekologicheskie, tekhnologicheskie faktory i rezultaty deyatelnosti selskokhozyaystvennykh predpriyatiy v usloviyakh Kulundinskoy stepi. – Barnaul: Izd-vo AGU, 2014. – 237 s.
7. Belyaev V.I., Maynel T., Sokolova L.V. Formirovanie urozhaya yarovoy myagkoy pshenitsy po razlichnym predshestvennikam pri minimizatsii obrabotki pochvy v umerenno-zasushlivoj stepi Altayskogo kraya // Rol tseliny i perspektivy razvitiya zemledeliya i rasteniyevodstva Kazakhstana: sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchenoy 60-letiyu osvoiniya tselinnykh i zaleznykh zemel. – Shortandy-Astana: Izd-vo NPTs zernovogo khozyaystva im. A.I. Baraeva, 2014. – S. 158-163.
8. Belyaev V.I. Tekhnicheskoe i tekhnologicheskoe obespechenie resursosberegayushchikh tekhnologiy proizvodstva zerna v Altayskom krae // Aktualnaya statistika Sibiri. – Informatsionno-statisticheskij zhurnal. – 2013. – № 1. – S. 72-81.
9. Kratkaya informatsiya ob Altayskom krae: Elektronnyy resurs: <http://www.altairegion22.ru/territory/info/> (data obrashcheniya 20.04.2017 g.)
10. Belyaev V.I., Maynel T., Grunvald L., Shmidt G., Bondarovich A.A., Shcherbinin V.V., Ponkina E.V., Matsyura A.V., Shtefan E., Illiger P., Kozhanov N.A., Rudev N.V. Vodnyy rezhim pochvy i urozhaynost selskokhozyaystvennykh kultur pri razlichnykh tekhnologiyakh vozdelyvaniya v Kulundinskoy stepi Altayskogo kraya // Vestnik Dnepropetrovskogo universiteta. Biologiya, ekologiya. – 2016. – 24 (2). – S. 531-539. (ISSN: 2310-0842 (print), 2312-301X (electronic), IF RINTs 2013 – 0,031; IF-0,11) – URL: <http://ecology.dp.ua/index.php/ECO/article/view/011672>.

