

**ВЛИЯНИЕ ГЛУБИНЫ ОСЕННЕЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ
И ДОЗЫ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА
ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПО ТЕХНОЛОГИИ «STRIP-TILL»
В УСЛОВИЯХ ЗАСУШЛИВОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

**EFFECTS OF AUTUMN TILLAGE DEPTH AND APPLICATION RATES OF MINERAL FERTILIZERS
ON WATER SOIL REGIME AND SUNFLOWER YIELD UNDER STRIP-TILL TECHNOLOGY
IN THE ARID STEPPE OF THE ALTAI REGION**

Ключевые слова: обработка почвы, технология «Strip-Till», минеральные удобрения, подсолнечник, урожайность, водный режим почвы, сухая степь, сельское хозяйство.

Одним из направлений снижения деградации почв в результате интенсивного воздействия рабочих органов машин-орудий является применение технологий полосовой обработки при возделывании технических культур, прежде всего подсолнечника и кукурузы. Эта технология консервирующего земледелия предполагает обработку почвы, при которой более 30% поверхности почвы остаётся покрыто пожнивными остатками, что очень важно с позиций влагосбережения, как главного лимитирующего фактора повышения урожая. В настоящее время для обработки почвы применяется широкий спектр машин-орудий ведущих мировых производителей, сочетающих несколько типов рабочих органов. Одним из таких орудий является комбинированный почвообрабатывающий агрегат для полосовой обработки почвы по технологии «Strip-Till» производства компании «Amazone». С целью выявления эффективности применения данной технологии при возделывании подсолнечника, обоснования рациональных режимов почвообработки, а также доз применения минеральных удобрений проводились экспериментальные исследования 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 различной глубине осенней обработки почвы по технологии «Strip-Till» и дозах внесения минеральных удобрений. Результаты показали, что фактор условий года в различии расхода влаги за вегетацию из метрового слоя почвы был существенно значимее, чем глубина осенней обработки почвы и применение минеральных удобрений. При этом увеличение глубины осенней обработки почвы с 17 до 21,0 см в среднем за 3 года исследований не приводило к изменению урожайности подсолнечника (она составила 18,4 ц/га), а дальнейший рост глубины до 33 см обеспечил прибавку в 1,7 ц/га. Эффективность применения минеральных удобрений в ис-

следуемых дозах была более существенной: с увеличением дозы от 50 до 150 кг/га прибавка урожая составила в среднем 2,4 ц/га.

Keywords: tillage, Strip-Till technology, mineral fertilizers, sunflower, yield, soil water regime, dry steppe, agriculture.

One of the ways to reduce soil degradation resulted by intensive impact of working tools of farm machinery is the application of Strip-Till technology in growing industrial crops, and particularly sunflower and maize. This technology of protective agriculture involves tillage when more than 30% of the soil surface gets covered with crop residues; this is very important in terms of moisture conservation as the main limiting factor in increasing crop yields. At present, a wide range of machinery of the world's leading manufacturers, combining several types of working bodies, is used for tillage. One of these machines is a combined soil cultivator for Strip-Till technology from the Amazone Company. To determine the effectiveness of this technology in sunflower growing and substantiate the best tillage regimes as well as the application rates of mineral fertilizers, 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 in 2012-2015. The research objectives included comparative evaluation of soil water regime and sunflower yield at various depths of autumn tillage under Strip-Till technology and various application rates of mineral fertilizers. The results showed that the factor of year conditions, i.e. the difference in moisture consumption over the growing season from one meter soil layer was much more significant than the depth of autumn tillage and application of mineral fertilizers. Increased depth of autumn tillage from 17 cm to 21.0 cm on average over 3 years of research did not change sunflower yield (it amounted to 1.84 t ha), and further increased depth to 33 cm ensured yield increase of 0.17 t ha. The effectiveness of the studied rates of mineral fertilizer application was more significant: with increased rate from 50 to 150 kg ha, the average yield increase made 0.24 t ha.

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.

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.

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.

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

Одним из направлений снижения деградации почв в результате интенсивного воздействия рабочих органов машин-орудий является применение технологий полосовой обработки при возделывании технических культур, прежде всего подсолнечника и кукурузы. Эта технология консервирующего земледелия предполагает обработку почвы, при которой более 30% поверхности почвы остаётся покрыто пожнивными остатками, что очень важно с позиций влагосбережения, как главного лимитирующего фактора повышения урожая [1]. В обработанной полосе должны быть созданы идеальные условия для распределения посевного материала. Полоса должна быть очищена от пожнивных остатков, взрыхлена, почва измельчена, засыпана, и в случае необходимости внесены удобрения. Поэтому при быстром прогревании гребней весной достигаются лучшие условия для прорастания и оптимального роста растений. При этом применение данной технологии позволяет обеспечить и существенную экономию энергозатрат на обработку.

В настоящее время для обработки почвы применяется широкий спектр машин-орудий ведущих мировых производителей, сочетающих несколько типов рабочих органов. Подробный анализ их выполнен в работе [1]. Одним из таких орудий является комбинированный почвообрабатывающий агрегат для полосовой обработки почвы по технологии «Strip-Till» производства компании «Amazone» (рис. 1). Машина включает комбинации рабочих органов для рыхления почвы, гребнеобразования, измельчения и прикатывания.



Рыхление Гребнеобразование Измельчение

Рис. 1. Почвообрабатывающая машина для технологии «Strip-Till»

С целью выявления эффективности применения данной технологии при возделывании подсолнечника, обоснования рациональных режимов почвообработки, а также доз применения минеральных удобрений проводились экспериментальные исследования 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 различной глубине осенней обработки почвы по технологии «Strip-Till» и дозах внесения минеральных удобрений.

Объекты и методы

На опытной площадке хозяйства была выполнена закладка полевого опыта осенью 2012 г. Схема опыта, исследуемые варианты технологий и уровни варьируемых факторов приведены в работе [2].

Одним из 5 сравниваемых вариантов технологий была «Strip-Till». В ней выделены следующие уровни средней глубины осенней обработки почвы: 17, 21, 27 и 33 см; доз внесения минеральных удобрений: аммиачная селитра: 50, 100 и 150 кг/га (в физическом весе). Всего 11 вариантов.

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%. В фазе 6 листьев проводилась гербицидная обработка.

Общий вид почвообрабатывающего агрегата для обработки почвы по технологии «Strip-Till», его рабочий проход и распределение удобрений в обрабатываемой полосе приведены на рисунках 2-4.

В весенний период (3-я декада апреля), по всходам (2-я декада июня) и при уборке (3-я декада августа) на опытных делянках определялась влажность почвы по слоям до 1 м и запасы влаги в метровом слое прибором НН-2.



Рис. 2. Почвообрабатывающий агрегат для технологии «Strip-Till»

В период уборки проводился обмолот зачетных делянок зерноуборочным комбайном, а также определялась влажность почвы по слоям и запасы влаги в метровом слое.

Полученная информация обрабатывалась на компьютере с целью определения статистик и выявления связей оцениваемых показателей.



Рис. 3. Рабочий проход комбинированного агрегата для технологии «Strip-Till» при закладке полевого опыта



Рис. 4. Распределение удобрений в обрабатываемой полосе после прохода агрегата

Результаты и их обсуждение

ООО КХ «Партнер» расположено в Западно-Кулундинской зоне Алтайского края. Климат резко континентальный. Преобладающими типами почв являются каштановые. Рельеф равнинный [3-5].

Количество и распределение осадков и температур за вегетационный период по данным ближайшей метеостанции (с. Ключи) и за годы исследований приведены в таблицах [6, 7].

Водный режим почвы. Результаты замеров общих запасов влаги в метровом слое почвы по сравниваемым вариантам глубины осенней обработки почвы технологии «Strip-Till» и расхода за периоды наблюдений по вегетации в 2013-2015 гг. приведены в таблице 1.

Анализ показывает, что различия во влагозапасах по вариантам обработки в весенний период (3-я декада апреля) находились в пределах 13,6 мм (2013 г.) до 23,1 мм (2014 г.), или 6,7-18,2%. В летний период (2-я декада июня) эти различия составили 4,7 мм (2014 г.) – 26,6 мм (2015 г.), что в процентном отношении равно 5,0-9,1%. По состоянию на момент уборки (3-я декада августа) различия составили 10,2 мм (2014 г.) – 14,1 мм (2013 г.), или 7,0-10,3%.

В среднем за 3 года исследований весенние влагозапасы по вариантам обработки почвы практически не различались (220,2-221,5 мм), кроме глубины 27 см, где они составили 206,2 мм. В летний период различия в среднем получены 7,0 мм (3,8%), а в осенний – 8,4 мм (5,8%).

В 2013 г. наблюдали снижение расхода влаги на 12,6 мм за 1-й период наблюдений с увеличением глубины обработки с 17,0 до 33,0 см. В 2014 г. минимальный расход получен при глубине 27 см (13,4 мм), а в 2015 г. – при глубине 33,0 см (19,2 мм). Средняя величина расхода влаги за 1-й период наблюдений в 2013-2015 гг. составила 31,6 мм при изменении в пределах 28,1 мм (2015 г.) – 34,4 мм (2013 г.). Различия

6,3 мм. Между вариантами осенней обработки за 3 года минимум получен при глубине 27 см (24,9 мм), а максимум – при глубине 21 см (36,5 мм). Различия 11,6 мм, т.е. фактор условий года по влиянию на расход влаги за 1-й период наблюдений был менее значим, чем глубина осенней обработки почвы.

За второй период наблюдений в 2013 г. максимальный расход влаги получен при глубине обработки 27,0 см (46,5 мм), а по остальным вариантам различался не существенно (25,8-26,6 мм). В 2014 г. по всем вариантам обработки получено увеличение влагозапасов на 10,2 мм (17,0 см) – 20,7 мм (33,0 см), что явилось следствием выпадения большого количества осадков, а в 2015 г. расход был наибольшим и находился в пределах 96,2 мм (21,0 см) – 120,0 мм (33,0 см). В среднем за 3 года исследований расход влаги из метрового слоя почвы находился в пределах от 14,2 мм (2014 г.) до 105,9 мм (2015 г.), различия 120,1 мм, по вариантам глубины обработки составил 39,2-42,8 мм. Различия всего 3,6 мм, т.е. фактор года был существенно значимее, чем глубина осенней обработки почвы.

Таблица 1

Средние значения запасов влаги в метровом слое почвы по вариантам обработки почвы технологии «Strip-Till» и ее расход за вегетацию, мм, 2013-2015 гг.

Глубина обработки почвы, см	Даты замеров					
	3-я декада апреля, мм	2-я декада июня, мм	W ₁ , мм	3-я декада августа, мм	W ₂ , мм	W ₀ , мм
2013 г.						
17	208,7	166,5	42,2	140,7	25,8	68,0
21	208,9	175,1	33,8	128,6	46,5	80,3
27	195,3	163,2	32,1	136,6	26,6	58,7
33	198,2	168,7	29,6	142,7	26,0	55,5
2014 г.						
17	133,2	95,0	38,3	105,2	-10,2	28,0
21	131,0	92,0	39,1	106,3	-14,3	24,7
27	110,1	96,7	13,4	108,1	-11,4	2,0
33	133,1	94,7	38,4	115,4	-20,7	17,7
2015 г.						
17	318,8	291,4	27,4	189,3	102,1	129,5
21	324,6	288,0	36,6	191,9	96,2	132,7
27	313,3	284,0	29,3	178,8	105,2	134,5
33	329,8	310,6	19,2	190,6	120,0	139,2
В среднем 2013-2015 гг.						
17	220,2	184,3	36,0	145,1	39,2	75,2
21	221,5	185,0	36,5	142,3	42,8	79,2
27	206,2	181,3	24,9	141,2	40,1	65,1
33	220,4	191,3	29,1	149,6	41,8	70,8

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.

Общий расход влаги из метрового слоя почвы за вегетацию в 2013 г. изменялся от 55,5 мм (глубина 33,0 см) до 80,3 мм (глубина 21,0 см), в 2014 г. – от 2,7 мм (27,0 см) до 28,0 мм (17,0 см), в 2015 г. – от 129,5 мм (17,0 см) до 139,2 мм (33,0 см). Различия находились в пределах от 9,7 мм (2015 г.) до 25,3 мм (2014 г.).

В среднем по годам расход влаги из метрового слоя почвы находился в пределах от 18,1 мм (2014 г.) до 134,0 мм (2015 г.), т.е. фактор условий года в различии расхода влаги за вегетацию из метрового слоя почвы был существенно значимее, чем глубина осенней обработки почвы.

Результаты замеров общих запасов влаги в метровом слое почвы по сравниваемым вариантам доз внесения минеральных удобрений технологии «Strip-Till» и расхода за периоды наблюдений по вегетации в 2013-2015 гг. приведены в таблице 2. При анализе общих влагозапасов в метровом слое почвы в весенний период (3-я декада апреля) на делянках с различными дозами применения минеральных удобрений осенью установлено, что их различия в 2013 г. находились в пределах 9,3 мм, в 2014 г. – 3,2 мм, в 2015 г. – 9,3 мм. В среднем за три года исследований различия были не существенны и составили всего 4,9 мм.

Величина расхода влаги из метрового слоя почвы за 1-й период наблюдений

(3-я декада апреля – 2-я декада июня) в 2013 г. изменялась от 28,8 до 43,4 мм, в 2014 г. – от 27,1 до 36,2 мм, в 2015 г. – от 11,9 до 37,7 мм. В среднем за 3 года исследований наибольший расход влаги получен при наибольшей дозе внесения удобрений (150 кг/га) и составил 35,1 мм. С уменьшением дозы удобрений до 50 кг/га он снижался до 27,5 мм, т.е. увеличение дозы внесения удобрений с 50 до 150 кг/га приводило к росту среднего расхода влаги из почвы на 7,6 мм (23,7%).

За второй период наблюдений (2-я декада июня – 3-я декада августа) величина расхода влаги из метрового слоя почвы во многом определялась осадками летнего периода и составила от -2,4 до -30,6 мм (2014 г.), до 100,5-114,5 мм (2015 г.). В среднем за 3 года расход влаги изменялся в пределах 39,6 мм (100 кг/га) – 42,5 мм (150 кг/га). Различия 2,9 мм (7,1%).

В целом за весь период наблюдений диапазон изменения расхода влаги из метрового слоя почвы существенно изменялся и составил от 5,6 до 24,7 мм (2014 г.), до 126,4-137,3 мм (2015 г.). В среднем за 3 года с увеличением дозы внесения удобрений от 50 до 150 кг/га расход влаги возрастал от 68,5 до 77,6 мм. Различия 9,1 мм (12,5%).

Таблица 2

Средние значения запасов влаги в метровом слое почвы по вариантам доз внесения удобрений технологии «Strip-Till» и ее расход за вегетацию, мм, 2013-2015 гг.

Доза внесения удобрений, кг/га	Даты замеров					
	3-я декада апреля, мм	2-я декада июня, мм	W ₁ , мм	3-я декада августа, мм	W ₂ , мм	W ₀ , мм
2013 г.						
50	198,6	164,1	34,5	125,2	38,9	73,4
100	204,3	175,5	28,8	147,7	27,9	56,6
150	207,9	164,4	43,4	137,2	27,2	70,7
2014 г.						
50	128,1	91,9	36,2	122,5	-30,6	5,6
100	127,6	94,1	33,6	103,5	-9,5	24,1
150	124,9	97,8	27,1	100,3	-2,4	24,7
2015 г.						
50	315,7	303,8	11,9	189,3	114,5	126,4
100	325,0	287,3	37,7	186,8	100,5	138,3
150	324,1	289,5	34,7	186,9	102,6	137,3
В среднем 2013-2015 гг.						
50	214,1	186,6	27,5	145,7	40,9	68,5
100	219,0	185,6	33,4	146,0	39,6	73,0
150	219,0	183,9	35,1	141,5	42,5	77,6

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.

Урожайность подсолнечника и удельный расход влаги по вариантам технологии «Strip-Till» за 2013-2015 гг.

Технология	Урожайность подсолнечника, т/га				W ₀ /Уср, мм/ц
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	В среднем	
По глубине осенней обработки					
17 см	22,7	11,2	21,3	18,4	4,1
21 см	20,5	10,2	24,4	18,4	4,3
27 см	19,4	12,3	25,9	19,2	3,4
33 см	17,8	15,2	27,3	20,1	3,5
По дозам внесения удобрений					
50 кг/га	18,8	10,6	23,7	17,7	3,9
100 кг/га	20,1	11,9	27,1	19,7	3,7
150 кг/га	22,6	14,3	23,3	20,1	3,9

Таким образом, за 3 года исследований фактор условий года оказывал гораздо более существенное влияние на расход влаги из метрового слоя почвы, чем применение минеральных удобрений.

Урожайность подсолнечника и удельный расход влаги. Результаты определения физической урожайности подсолнечника по различным вариантам глубины осенней обработки почвы и дозам применения минеральных удобрений технологии «Strip-Till» приведены в таблице 3.

Анализ табличных данных показывает, что доза внесения удобрений в технологии «Strip-Till» в 2013 г. являлась значимым фактором формирования урожая: увеличение ее с 50 до 150 кг/га (в физическом весе) приводило к росту урожая в среднем на 3,8 ц/га (с 18,8 до 22,6 ц/га). Еще более значимым фактором была глубина осенней обработки почвы: с ее увеличением от 17 до 33 см снижение урожая составило 4,9 ц/га (с 22,7 до 17,8 ц/га).

Применение минеральных удобрений по технологии «Strip-Till» в 2014 г. в дозах от 50 до 150 кг/га в физическом весе обеспечило прибавку урожая в среднем на 3,7 ц/га, увеличение глубины осенней обработки почвы с 21 до 33 см приводило к росту урожая на 5,0 ц/га, т.е. в условиях года глубина обработки почвы была также более значимым фактором, чем применение удобрений.

Применение минеральных удобрений по технологии «Strip-Till» в 2015 г. в дозах от 50 до 100 кг/га в физическом весе обеспечило прибавку урожая в среднем на 3,4 ц/га. Дальнейшее увеличение дозы до 150 кг/га не давало эффекта – урожай был на уровне дозы внесения 50 кг/га. Увеличение же глубины осенней обработки почвы с 21 см до 33 см приводило к гораздо большему увеличению урожая: с 20,3 до 28,9 ц/га. т.е. в условиях года глубина осенней обработки почвы была еще более

значимым фактором, чем применение удобрений. Т.е. влияние глубины осенней обработки почвы на урожайность подсолнечника за годы исследований оказалось выше, чем удобрений, но носит знакопеременный характер в отличие от применения удобрений.

В среднем за 3 года исследований увеличение глубины осенней обработки почвы с 17 до 21,0 см не приводило к изменению урожайности (она составила 18,4 ц/га), а дальнейший рост глубины до 33 см обеспечил прибавку в 1,7 ц/га.

Эффективность применения минеральных удобрений в исследуемых дозах была более существенной: с увеличением дозы от 50 до 150 кг/га прибавка урожая составила в среднем 2,4 ц/га.

Исследуя расход влаги из метрового слоя почвы на единицу урожая подсолнечника, приходим к выводу, что минимальные его значения в среднем за 3 года исследований получены при глубинах обработки почвы 27,0 и 33,0 см (3,4 и 3,5 мм/ц соответственно), а уменьшение глубины до 21,0 и 17,0 см приводило к росту расхода влаги до 4,3 и 4,1 мм/ц соответственно. Различия значимы.

По сравниваемым дозам внесения минеральных удобрений минимальное значение расхода влаги получено при 100 кг/га (3,7 мм/ц), а снижение дозы до 50 кг/га и увеличение до 150 кг/га приводило к росту расхода влаги до 3,9 мм/ц.

Выводы

1. За годы исследований расход влаги из метрового слоя почвы находился в пределах от 18,1 мм (2014 г.) до 134,0 мм (2015 г.), т.е. фактор условий года в различии расхода влаги за вегетацию из метрового слоя почвы был существенно значимее, чем глубина осенней обработки почвы.

2. В среднем за 3 года с увеличением дозы внесения удобрений от 50 до 150 кг/га расход влаги возрастал с 68,5 до 77,6 мм. Различия 9,1 мм (12,5%). В целом за весь период наблюдений диапазон изменения расхода влаги из метрового слоя почвы существенно изменялся и составил от 5,6 до 24,7 мм (2014 г.) до 126,4 мм – 137,3 мм (2015 г.). Таким образом, за 3 года исследований фактор условий года также оказывал гораздо более существенное влияние на расход влаги из метрового слоя почвы, чем применение минеральных удобрений.

3. Увеличение глубины осенней обработки почвы с 17 до 21,0 см в среднем за 3 года исследований не приводило к изменению урожайности подсолнечника (она составила 18,4 ц/га), а дальнейший рост глубины до 33 см обеспечил прибавку в 1,7 ц/га. Эффективность применения минеральных удобрений в исследуемых дозах была более существенной: с увеличением дозы от 50 до 150 кг/га прибавка урожая составила в среднем 2,4 ц/га.

Библиографический список

1. 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.

2. Беляев В.И., Майнель Т., Тиссен Р., Рудев Н.В., Кожанов Н.А., Соколова Л.В. Сравнительная оценка водного режима почвы и урожайности подсолнечника при различных технологиях осенней обработки почвы в условиях Кулундинской степи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 5 (151). – С. 27-34.

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

4. Bischoff N., Mikutta R., Shibistova O., Puzanov A., Reichert E., Silanteva M., Grebennikova A., Schaarschmidt F., Heinicke S., and Guggenberger G. (2016): Land-

use change under different climatic conditions: Consequences for organic matter and microbial communities in Siberian steppe soils., Agriculture, Ecosystems & Environment 235, 253-264. [Электронный ресурс]: DOI: 10.1016/j.agee.2016.10.022 (дата обращения 29.05.2017 г.).

5. Meissner R., Bondarovich A.A., Scherbinin V.V., Ponkina E.V., Matsyura A.V., Puzanov A.V., Rupp H., Schmidt G., Stephan E., Illiger P., Fruhauf M., Harlamova N.F., Galahov V.P., Balykin D.V., Rudev N.V. (2016). Calculation of water balance for the south desert area of Western Siberia by international monitoring network data. Biological Bulletin of Bogdan Chmel'nitskiy Melitopol State Pedagogical University, 6 (2), 223-238.

6. Беляев В.И., Бондарович А.А., Понькина Е.В., Щербинин В.В., Шмидт Г., Мацюра А.В. Температурный режим воздуха и почвы по данным метеорологической и почвенно-гидрологической мониторинговой сети в Кулундинской равнине за вегетационные периоды 2013-2016 гг. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3 (149). – С. 30-37.

7. Беляев В.И., Майнель Т., Гривальд 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 Днепропетровского университета. Биология, экология. – 2016. – 24 (2). – С. 531-539. (ISSN: 2310-0842 (print), 2312-301X (electronic), IF РИНЦ 2013 - 0,031; IF-0,11) – URL: <http://ecology.dp.ua/index.php/ECO/article/view/011672>.

References

1. 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.

2. Belyaev V.I., Maynel T., Tissen R., Rudev N.V., Kozhanov N.A., Sokolova L.V.

Sravnitel'naya otsenka vodnogo rezhima pochvy i urozhaynosti podsolnechnika pri razlichnykh tekhnologiyakh osenney obrabotki pochvy v usloviyakh Kulundinskoy stepi Altayskogo kraya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – № 5 (151). – S. 27-34.

3. Kratkaya informatsiya ob Altayskom krae – Elektronnyy resurs: <http://www.altaregion22.ru/territory/info/> (data obrashcheniya 20.04.2017 g.)

4. Bischoff, N., R. Mikutta, O. Shibistova, A. Puzanov, E. Reichert, M. Silanteva, A. Grebennikova, F. Schaarschmidt, S. Heinicke, and G. Guggenberger (2016): Land-use change under different climatic conditions: Consequences for organic matter and microbial communities in Siberian steppe soils. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 235, 253-264. – Elektronnyy resurs: DOI: 10.1016/j.agee.2016.10.022 (data obrashcheniya 29.05.2017 g.).

5. Meissner R., Bondarovich A.A., Scherbini V.V., Ponkina E.V., Matsyura A.V., Puzanov A.V., Rupp H., Schmidt G., Stephan E., Illiger P., Fruhauf M., Harlamova N.F., Galahov V.P., Balykin D.V., Rudev N.V. (2016). Calculation of water balance for the

south desert area of Western Siberia by international monitoring network data. *Biological Bulletin of Bogdan Chmel'nitskiy Melitopol State Pedagogical University*, 6 (2), 223-238.

6. Belyaev V.I., Bondarovich A.A., Ponkina E.V., Shcherbinin V.V., Shmidt G., Matsyura A.V. Temperaturnyy rezhim vozdukh i pochvy po dannym meteorologicheskoy i pochvenno-gidrologicheskoy monitoringovoy seti v Kulundinskoy ravnine za vegetatsionnye periody 2013-2016 gg. // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – № 3 (149). – S. 30-37.

7. Belyaev V.I., Maynel T., Grunvald L., Shmidt G., Bondarovich A.A., Shcherbinin V.V., Pon'kina 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 vzdelyvaniya 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>.

