



DOI: 10.26898/0370-8799-2019-5-1

УДК: 631.46

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СПОСОБОВ ЗАДЕЛКИ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Сотпа А.С., Жарова Т.Ф.

Тувинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Республика Тыва, г. Кызыл, Россия

Для цитирования: Сотпа А.С., Жарова Т.Ф. Агроэкологическая эффективность способов заделки органических удобрений // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 5. С. 5–10. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-5-1

For citation: Sotpa A.S., Zharova T.F. Agroekologicheskaya effektivnost' sposobov zadelki organicheskikh udobrenii [Agroecological efficiency of organic fertilizers' placement methods] *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 5, pp. 5–10. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-5-1

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлены результаты исследований по влиянию чистых и сидеральных (донник, горох, горох + овес) паров, а также способов заделки сидератов и навоза (вспашка на глубину 18–20 см и культивация 8–10 см) на плодородие и продуктивность темно-каштановой почвы. Полевой опыт проведен в степной зоне Республики Тыва. Погодные условия в период исследований отмечены как характерные для условий степной зоны: 2016, 2017 гг. были засушливыми, 2018 г. – влажным. Чистые пары по накоплению продуктивной влаги оказались эффективнее сидеральных как осенью перед уходом в зиму, так и весной перед посевом яровой пшеницы. Осенью в чистых парах влажность была выше на 14,7%, весной – на 32,8%. Мелкая заделка сидеральных культур способствовала меньшему иссушению почвы. Лучшая обеспеченность нитратным азотом перед посевом пшеницы отмечена в парах с заделкой навоза и донника (17,1–15,6 мг/кг). Способы заделки органических удобрений не оказали воздействия на содержание нитратов в почве. На урожайность яровой пшеницы влияние оказывали как предшественники, так и способы заделки удобрений. Наибольшая урожайность яровой пшеницы получена по чистому удобренному пару, выше, чем на всех видах чистых и сидеральных паров, на 0,2–0,5 т/га. Глубо-

AGROECOLOGICAL EFFICIENCY OF ORGANIC FERTILIZERS' PLACEMENT METHODS

Sotpa A.S., Zharova T.F.

Tuva Research Institute of Agriculture
The Republic of Tuva, Kyzyl, Russia

The results of studies on the effect of bare and green-manured fallow (melilot, peas, peas + oats), as well as methods of placing green manure crops and manure (plowed to a depth of 18–20 cm and cultivated at 8–10 cm) on the fertility and productivity of dark chestnut soil are presented. Field experiment took place in the steppe zone of the Republic of Tuva. The weather conditions during the study period were noted as characteristic for the conditions of the steppe zone: 2016 and 2017 were arid, whereas 2018 was wet. Bare fallow was more effective for the accumulation of productive moisture than green-manured one both in autumn and in spring before sowing spring wheat. In autumn, after bare fallow, the moisture content was higher by 14.7%, in spring - by 32.8%. The surface placement of green manure crops contributed to a lesser desiccation of the soil. The best supply of nitrate nitrogen before sowing wheat was noted in fallow fields with manure and melilot (17.1–15.6 mg/kg). Methods of placing organic fertilizers did not affect the nitrate content in the soil. The yield of spring wheat was affected by preceding crops and methods of placing fertilizers. The highest yield of spring wheat was obtained in the bare-fallowed fertilized field, which was by 0.2–0.5 t/ha higher than with all types of bare or green-manured fallow. Deep (18–

кая (18–20 см) заделка навоза увеличивала урожайность яровой пшеницы на 0,2 т/га (10,5%). Поверхностная заделка сидератов позволила в среднем по опыту увеличить данный показатель на 0,1–0,3 т/га (7,1–20%).

Ключевые слова: севообороты, чистый пар, сидеральные пары, органические удобрения, яровая пшеница

ВВЕДЕНИЕ

Одни из главных проблем тувинского земледелия – защита почв от ветровой эрозии и сохранение почвенного плодородия. В последние годы сложное экономическое положение большинства сельскохозяйственных производителей ограничило проведение мероприятий по борьбе с эрозионными процессами, сохранению и повышению плодородия почв [1–3]. В этих условиях актуальным становится поиск дополнительных средств поддержания почвенного плодородия. К их числу относится использование сидеральных культур. Сидераты снижают водную, ветровую эрозию почв и миграцию элементов питания за пределы корнеобитаемого слоя, а также улучшают агрохимические и агрофизические свойства почвы [4–15].

В условиях Республики Тыва изучаемые сидеральные культуры могут обеспечивать довольно высокие урожаи зеленой массы. Длительное время основным способом заделки сидератов в республике является запашка на глубину пахотного слоя. Другие способы заделки сидератов до настоящего времени не изучены.

Цель настоящего исследования – изучить влияние различных видов паров и способов заделки органических удобрений на плодородие темно-каштановой почвы и продуктивность яровой пшеницы в условиях Республики Тыва.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в 2016–2018 гг. в Республике Тыва на опытном поле Тувин-

ского научно-исследовательского института сельского хозяйства. Почва опытного участка темно-каштановая, по гранулометрическому составу легкий суглинок. Нейтральная реакция почвенного раствора pH 7,0, содержание гумуса по Тюрину 4,6–4,7%, калия 138–222 мг/кг почвы, подвижного фосфора 16 мг/кг, общего азота 0,20%.

Keywords: crop rotations, bare fallow, green-manured fallow, organic fertilizers, spring wheat

Схема опыта по сравнительной оценке чистых и сидеральных паров включала следующие варианты севооборотов: пар чистый + навоз – пшеница – пшеница; пар чистый – пшеница – пшеница; сидеральный пар (овес + горох) – пшеница – пшеница; сидеральный пар (донник) – пшеница – пшеница; сидеральный пар (горох) – пшеница – пшеница.

Способы заделки в почву навоза и сидеральных удобрений включали два варианта: заделка на глубину 18–20 см плугом ПЛН-3-35; заделка культиватором КПЭ-3,8 на 8–10 см.

Развертывание опыта во времени и в пространстве трехкратное. Размещение вариантов на делянках внутри повторений систематическое. Учетная площадь 63 м². Технологические операции весенней подготовки почвы, посева и ухода за посевами были общепринятыми для зоны. Статистическую обработку полученных данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием программы Snedecor^{1,2}.

Вегетационные периоды 2016, 2017 гг. характеризовались как засушливые. Стабильно засушливыми в эти годы отмечены II декада июля и I декада августа. В 2018 г. первая половина вегетационного периода

¹Зональные системы земледелия Тувинской АССР. Новосибирск, 1982. 181 с.

²Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Новосибирск, 2004. 163 с.

была засушливой, вторая – влажная. В июле за месяц осадков выпало на 90,8% выше среднемноголетней нормы.

Лабораторные исследования почвенных образцов проводили в аналитической лаборатории Тувинского НИИСХа с использованием фотоэлектрического колориметра, иономерического преобразователя.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований показали, что влажность почвы зависела от предшественников и способов заделки удобрений. Чистые пары (удобренные и неудобренные навозом) по накоплению продуктивной влаги оказались эффективнее сидеральных как осенью перед уходом в зиму, так и весной перед посевом яровой пшеницы. Осенью в чистых парах влажность почвы была выше на 14,7%, весной – на 32,8% (см. табл. 1).

Мелкая заделка сидеральных культур способствовала меньшему иссушению почвы. Разница в запасах продуктивной влаги между вспашкой (18–20 см) и культивацией (8–10 см) в сидеральных парах в среднем составила 26,8–52,8%.

Определение нитратного азота выявило, что все изучаемые виды пара независимо от способов заделки удобрений ушли в зиму

с содержанием нитратного азота в среднем 7,3 мг/кг почвы, что соответствует низкой степени обеспеченности (меньше 15 мг/кг). На вариантах с сидеральными парами содержание нитратов было ниже в 1,4 раза в сравнении с чистыми парами (удобренными и неудобренными навозом). Это обусловлено активным потреблением сидеральными культурами по мере их роста нитратов (см. табл. 2).

К посеву яровой пшеницы более высокое содержание N–NO₃ получено по чистому удобренному пару и сидеральному пару с донником (17,1 и 15,6 мг/кг), которое соответствует повышенной степени обеспеченности азотом. Другие виды пара уступали данному показателю. Особенно это заметно по сидеральному пару горох + овес, где содержание нитрата было меньше на 36,6%. Способы заделки удобрений не оказали существенного влияния на содержание нитратов в почве. На формирование урожайности яровой пшеницы воздействие оказывали как предшественники, так и способы заделки удобрений (см. табл. 3).

Наибольшая урожайность яровой пшеницы получена по чистому удобренному пару, в среднем по опыту превзойдя на 0,2–0,5 т/га все виды чистого и сидеральных паров. Глу-

Табл. 1. Влияние различных видов пара и способов заделки на содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм

Table 1. Effect of different types of fallow and methods of placing fertilizers on the productive moisture content in a meter layer of soil, mm

Способ заделки (фактор А)	Предшественник (фактор В)					Среднее по фактору А
	Пар чистый		Пар сидеральный			
	Контроль	30 т навоза/га	Донник	Горох	Горох + овес	
<i>Перед уходом в зиму</i>						
Вспашка (18–20 см)	109	112,5	92,0	92,5	91,5	99,5
Культивация (8–10 см)	110	118,7	100	112,0	101,1	108,4
Среднее по фактору В	109,5	115,6	96,0	102,3	96,3	103,9
НСР ₀₅ по фактору А 2,080; НСР ₀₅ по фактору В 4,635; НСР ₀₅ по фактору АВ 7,671						
<i>Перед посевом</i>						
Вспашка (18–20 см)	129,0	144,0	92,3	80,3	72,0	103,5
Культивация (8–10 см)	120,0	126,7	117,0	115,0	110,0	117,7
Среднее по фактору В	124,5	135,3	104,6	97,7	91,0	110,6
НСР ₀₅ по фактору А 3,684; НСР ₀₅ по фактору В 8,356; НСР ₀₅ по фактору АВ 13,98						

Табл. 2. Содержание N–NO₃ в зависимости от видов пара и способов заделки в слое почвы 0–20 см, мг/кг**Table 2.** The content of N–NO₃ depending on the types of fallow and methods of placing fertilizers in the soil layer 0–20 cm, mg/kg

Способ заделки (фактор А)	Предшественник (фактор В)					Среднее по фактору А
	Пар чистый		Пар сидеральный			
	Контроль	30т/га навоза	Донник	Горох	Горох + овес	
<i>Перед уходом в зиму</i>						
Вспашка (18–20 см)	9,9	8,1	5,1	7,3	4,3	6,9
Культивация (8–10 см)	8,9	8,8	8,1	7,7	5,1	7,7
Среднее по фактору В	9,4	8,5	6,6	7,5	4,7	7,3
НСР ₀₅ по фактору А 0,252; НСР ₀₅ по фактору В 0,561; НСР ₀₅ по фактору АВ 0,928						
<i>Перед посевом</i>						
Вспашка (18–20 см)	15,0	18,0	16,1	14,2	13,0	15,3
Культивация (8–10 см)	13,8	16,2	15,1	12,0	11,0	13,6
Среднее по фактору В	14,4	17,1	15,6	13,1	12	14,4
НСР ₀₅ по фактору А 0,396; НСР ₀₅ по фактору В 0,882; НСР ₀₅ по фактору АВ 1,460						

Табл. 3. Влияние различных видов пара и способов заделки на урожайность яровой пшеницы, т/га
Table 3. Effect of different types of fallow and methods of placing fertilizers on the yield of spring wheat, t/ha

Способ заделки (фактор А)	Предшественник (фактор В)					Среднее по фактору А
	Пар чистый		Пар сидеральный			
	Контроль	30т/га навоза	Донник	Горох	Горох + овес	
Вспашка (18–20 см)	1,2	2,1	1,7	1,5	1,4	1,6
Культивация (8–10 см)	1,7	1,9	1,9	1,8	1,5	1,8
Среднее по фактору В	1,5	2,0	1,8	1,7	1,5*	1,7
НСР ₀₅ по фактору А 0,130; НСР ₀₅ по фактору В 0,200; НСР ₀₅ по фактору АВ 0,495						

*Существенность различий не доказана.

бокая (18–20 см) заделка навоза увеличивала урожайность пшеницы на 10,5%. Поверхностная заделка сидератов позволила в среднем по опыту увеличить урожайность яровой пшеницы на 0,1–0,3 т/га (7,1–20%).

ВЫВОДЫ

1. Чистые пары (удобренные и неудобренные навозом) по накоплению продуктивной влаги эффективнее сидеральных независимо от вида сидеральной культуры. К концу парования в чистых парах продуктивной влаги содержалось на 14,4 мм больше, чем в сидеральных. Заделка сидератов культиватором на глубину 8–10 см способствовала меньшему иссушению почвы.

2. Лучшая обеспеченность нитратным азотом перед посевом пшеницы отмечена в парах с заделкой навоза и донника (17,1–

15,6 мг/кг). Способы заделки органических удобрений не оказали влияния на содержание нитратов в почве.

3. На формирование урожайности яровой пшеницы воздействие оказывали как предшественники, так и способы заделки удобрений. Чистый пар с внесением навоза обеспечил повышение продуктивности яровой пшеницы на 0,2–0,5 т/га. Глубокая (18–20 см) заделка навоза увеличивала урожайность яровой пшеницы на 10,5%. Поверхностная заделка сидератов позволила в среднем по опыту повысить урожайность яровой пшеницы на 7,1–20 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савич В.И., Жуланова В.Н. Агроэкологическая оценка почв Тувы // Агрохимический вестник. 2013. № 3. С. 18–21.

2. Белек А.Н., Соловьева В.М., Порядина Е.А. Агроэкологический мониторинг по земельной территории Республики Тыва // Агрохимический вестник. 2017. № 2. С. 55–58.
3. Жуланова В.Н., Лопсан А.С. Оценка плодородия почв в земельной территории Центрально-Тувинской котловины // Бюллетень науки и практики. 2018. № 1. С. 82–86.
4. Чебоचाков Е.Я., Едимеичев Ю.Ф., Романов В.Н., Шпагин А.И. Биологизация земледелия в природных зонах средней Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 6. С. 40–43.
5. Пилипенко Н.Г., Андреева О.Т., Харченко Н.Ю. Сравнительная оценка способов повышения почвенного плодородия и продуктивности пашни в зернопаровом севообороте // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2014. № 4. С. 12–17.
6. Сотпа А.С. Влияние видов пара на свойства темно-каштановых почв Тывы и урожайность пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2014. № 3. С. 12–17.
7. Батудаев А.П., Батудаева М.Б., Хахаева З.К. Урожайность яровой пшеницы по чистому и сидеральным парам в лесостепной зоне Бурятии // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2015. № 4 (41) С. 7–10.
8. Жуланова В.Н., Жарова Т.Ф. Влияние севооборотов на плодородие почв и продуктивность яровой пшеницы // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2015. № 1. С. 18–22.
9. Жарова Т.Ф. Биологические приемы повышения плодородия почвы и урожайность яровой пшеницы // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2016. № 7. С. 161–166.
10. Зайцев А.М., Коваленко И.Н. Эффективность чистых и сидеральных паров под яровую пшеницу в лесостепи Предбайкалья // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 76. С. 41–47.
11. Усов А.С. Продуктивность сортов пшеницы яровой в зависимости от предшественника // Зерновое хозяйство России. 2016. № 2 (44). С. 13–17.
12. Солодун В.И., Цвинтарная Л.А. Сравнительная оценка севооборотов с чистыми и сидеральными парами в лесостепной зоне Иркутской области // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2016. № 5. С. 176–180.
13. Сметанина О.В., Солодун В.И. Эффективность полевых севооборотов при разных системах удобрений на серых лесных почвах // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 1–2. С. 26–32.
14. Жарова Т.Ф. Экономическая и энергетическая эффективность возделывания предшественников в полевых севооборотах // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 2. С. 147–151.
15. Оленин О.А. Звено севооборота с сидеральным паром, органическая система удобрений и поверхностная основная обработка почвы // Аграрный вестник Урала. 2017. № 2 (156). С. 8–16.

REFERENCES

1. Savich V.I., Zhulanova V.N. Agroekologicheskaya otsenka pochv Tuvy [Agroecological soil assessment in Tuva Republic] *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical Herald], 2013, no. 3, pp. 18–21. (In Russian).
2. Belek A.N., Solov'eva V.M., Poryadina E.A. Agroekologicheskii monitoring po zemledel'cheskoi territorii Respubliki Tyva [Agroecological soil monitoring of agricultural territory in Tuva Republic]. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical Herald], 2017, no. 2, pp. 55–58. (In Russian).
3. Zhulanova V.N., Lopsan A.S. Otsenka plodorodiya pochv v zemledel'cheskoi territorii Tsentral'no-Tuvinskoi kotloviny [Evaluation of soil fertility agricultural areas in the Central-Tuva depression]. *Byulleten' nauki i praktiki* [Bulletin of Science and Practice], 2018, no. 1, pp. 82–86. (In Russian).
4. Chebochakov E.Ya., Edimeichev Yu.F., Romanov V.N., Shpagin A.I. Biologizatsiya zemledeliya v prirodnykh zonakh srednei Sibiri [Biologization farming in natural areas of Central Siberia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2013, no. 6, pp. 40–43. (In Russian).
5. Pilipenko N.G., Andreeva O.T., Kharchenko N.Yu. Sravnitel'naya otsenka sposobov povysheniya pochvennogo plodorodiya i produktivnosti pashni v zernoparovom sevooborote [Comparative assessment of methods for improving soil fertility and productivity of arable land in grain/fallow rotation]. *Sibirskii*

- vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2014, no. 4, pp. 12–17. (In Russian).
6. Sotpa A.S. Vliyanie vidov para na svoystva temno-kashtanovykh pochv Tyvy i urozhainost' pshenitsy [Effect of fallow types on properties of dark-chestnut soils of Tuva and wheat productivity]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2014, no. 3, pp. 12–17. (In Russian).
 7. Batudaev A.P., Batudaeva M.B., Khakhaeva Z.K. Urozhainost' yarovoi pshenitsy po chistomu i sideral'nym param v lesostepnoi zone Buryatii [Productivity of spring wheat after complete and green-manure fallows in the forest-steppe zone of Buryatia]. *Vestnik Buryatskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii im. V.R. Filippova* [Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V.R. Filippov], 2015 no. 4 (41), pp. 7-10. (In Russian).
 8. Zhulanova V.N., Zharova T.F. Vliyanie sevooborotov na plodorodie pochv i produktivnost' yarovoi pshenitsy [Crop rotation influence on the soil fertility and the spring wheat crop capacity]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo* [The Bulletin of KrasGAU], 2015, no. 1, pp. 18–22. (In Russian).
 9. Zharova T.F. Biologicheskie priemy povysheniya plodorodiya pochvy i urozhainost' yarovoi pshenitsy [Biological methods of improvement of soil fertility and spring wheat yield capacity]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [The Bulletin of KrasGAU], 2016, no. 7, pp. 161–166. (In Russian).
 10. Zaitsev A.M., Kovalenko I.N. Effektivnost' chistykh i sideral'nykh parov pod yarovuyu pshenitsu v lesostepi Predbaikal'ya [The efficiency of bare and green-manured fallows under spring wheat in forest-steppe of Pre-Baikal area]. *Vestnik Irkutskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Irkutsk State Agrarian University]. 2016, no. 76, pp. 41–47. (In Russian).
 11. Usov A.S. Produktivnost' sortov pshenitsy yarovoi v zavisimosti ot predshestvennika [Productivity of durum spring wheat varieties depending on the predecessor]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain economy of Russia], 2016, no. 2 (44), pp. 13–17. (In Russian).
 12. Solodun V.I., Tsvyntarnaya L.A. Sravnitel'naya otsenka sevooborotov s chistymi i sideral'nymi parami v lesostepnoi zone Irkutskoi oblasti [Comparative evaluation of corn bare fallow crop rotation with clean and green manure bare fallow of forest-steppe zone of Irkutsk region]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [The Bulletin of KrasGAU], 2016, no. 5, pp. 176–180. (In Russian).
 13. Smetanina O.V., Solodun V.I. Effektivnost' polevykh sevooborotov pri raznykh sistemakh udobrenii na serykh lesnykh pochvakh [Efficiency of field crops in different systems of fertilizers on gray forest soil]. *Vestnik Irkutskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Irkutsk State Agrarian University], 2017, no. 1-2, pp. 26–32. (In Russian).
 14. Zharova T.F. Ekonomicheskaya i energeticheskaya effektivnost' vozdeystviya predshestvennikov v polevykh sevooborotakh [Economic and power efficiency of till of predecessors in the field crop rotations]. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Basic Research], 2018, no. 2, pp. 147–151. (In Russian).
 15. Olenin O.A. Zveno sevooborota s sideral'nym parom, organicheskaya sistema udobrenii i poverkhnostnaya osnovnaya obrabotka pochvy [Crop rotation link with green fallow, organic system of fertilizers and surface tillage]. *Agrarnyi vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2017, no. 2 (156), pp. 8–16. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Сотпа А.С.**, старший научный сотрудник;
адрес для переписки: Россия, 667005, Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Бухтуева, 4; e-mail: 70cac@mail.ru

Жарова Т.Ф., старший научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Sotpa A.S.**, Senior Researcher, address:
address: 4, Bukhtueva St., Kyzyl, Republic of Tuva, 667005, Russia, e-mail: 70cac@mail.ru

Zharova T.F., Senior Researcher

Дата поступления статьи 20.04.2019

Received by the editors 20.04.2019