

УДК 631.112

Т.Ф. Жарова

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Т.Ф. Zharova

### BIOLOGICAL METHODS OF IMPROVEMENT OF SOIL FERTILITY AND SPRING WHEAT YIELD CAPACITY

**Жарова Т.Ф.** – ст. науч. сотр. отдела земледелия и кормопроизводства Тувинского НИИ сельского хозяйства, г. Кызыл. E-mail: tatyanka.zharova.66@mail.ru

**Zharova T.F.** – Senior Staff Scientist, Department of Agriculture and Forage Production, Tuvinian Research Institute of Agriculture, Kyzyl. E-mail: tatyanka.zharova.66@mail.ru

Представлены результаты исследований, проведенных в 2007–2015 гг. в Тувинском научно-исследовательском институте сельского хозяйства в соответствии с методикой проведения полевых опытов. В задачу исследований входило изучение влияния предшественников на темно-каштановой почве на элементы эффективного плодородия почвы (плотность почвы, запасы продуктивной влаги, динамику нитратного азота, засоренность посевов) и продуктивность яровой пшеницы с целью разработки технологии возделывания культур в полевых севооборотах. Впервые разработаны биологические приемы повышения плодородия почвы и урожайности яровой пшеницы. Наиболее оптимальные условия для роста и развития яровой пшеницы оказывают предшественники: донник и горох (сидерат). По итогам анализа агрофизических показателей было отмечено снижение плотности по сравнению к исходной по всем культурам в среднем на 0,08 г/см<sup>3</sup>, повышение по чистому пару – на 0,05 г/см<sup>3</sup>. Продуктивная влага, после сидерального пара, составила около 49 % от суммы выпавших осадков за период между осенним и весенним определением, после занятого пара (донник) – соответственно 45 %, а метровый слой почвы чистого пара пополнился лишь на 23 %. Содержание нитратного азота после сидеральных культур (донник, горох) от высокого (20,5 мг/кг) до среднего (18 мг/кг). Запашка в почву всей массы предшественников (сидерат) по сравнению с запашкой стерни и корней повышала очищение почвы и посе-

вов пшеницы от сорняков на 10–20 %. Урожайность яровой пшеницы в среднем за годы исследований составила от 2,0 до 2,1 т/га.

**Ключевые слова:** предшественник, пары чистые, сидеральные, занятые, темно-каштановая почва, плотность, продуктивная влага, нитратный азот, яровая пшеница, урожайность.

The results of 9 years (from 2007–2016) research are presented in the study. The research was performed at the premises of Tuvinian Agricultural Research Institute considered with the procedure of field trial. In order to develop crop cultivation technology in the field of crop rotation we studied the impact of spring wheat forecrops on the elements of dark brown soil effective fertility such as density, soil porosity, productive moisture stock, dynamics of nitrate nitrogen and liable phosphorus and its impact on dark brown soil productivity. For the first time biological methods of enhancing soil fertility and yield of obtaining an environmental friendly products, energy saving technologies and techniques, high-yielding crop for farms of different ownership forms were used. The closest to optimal conditions for the growth and development of spring wheat in the field of crop rotations were demonstrated by such forecrops as melilot and pea (green manured). Agrophysical indicators of density decreased compared to initial indicators on 0.08 g/c<sup>3</sup> for all crops and increased on 0.05 g/c<sup>3</sup> for the complete fallow. Productive moisture was 49 % and 45 % from the amount of precipitation in the period between autumn and spring tests after

*green-matured and seeded fallows consequently. Meter-deep layer of complete fallow's soil increased at 23 %. Nitrate nitrogen concentration after green manured crops (mellilot, pea) changed from high (20.5 mg/kg) to medium (18 mg/kg). The whole green manure forecrop plowing increased the purification of soil and wheat plantings from weeds by 10–20 % in comparison with just stubble and roots plowing. Average spring wheat productivity varied between 2.0 to 2.1 tons/hectare during the years of study.*

**Keywords:** *forecrop, pure bare fallow, sideral, seeded, dark chestnut soil, density, productive moisture, nitrate nitrogen, spring wheat, yield.*

Плодородие почвы В.Р. Вильямс (1949) определил, как способность почв удовлетворять потребность растений в воде и питательных веществах [1].

Интенсификация земледелия расширила и углубила понятие плодородия почв. В настоящее время в литературе встречаются толкования плодородия почвы: естественное, природное, потенциальное, эффективное, экономическое.

В современном земледелии выделяют две противоположные тенденции: рост эффективно и падение потенциального плодородия [2], что ведет к растрате «запаса прочности» почв.

Изучение трансформации плодородия почв при их интенсивном сельскохозяйственном использовании является в настоящее время одной из наиболее актуальных задач земледелия. Особое значение при этом приобретают проблемы сохранения плодородия почв [3–5].

Для земледелия в республике Тыва характерным является некомпенсированное отчуждение урожая и острый дефицит органического вещества, фитосанитарная напряженность и подверженность почв к эрозионным процессам по причине резкой аридности климата [6, 7].

В этих условиях основными задачами является разработка биологических приемов сохранения и повышения плодородия почв, альтернативные подходы в разработке технологий адаптивных для региона.

В настоящее время в республике Тыва изучено влияние чистых, сидеральных и занятых паров на сохранение и восстановление плодородия

почвы, процессы дефляции, эрозии и урожайности сельскохозяйственных культур [8, 9].

**Цель исследований:** изучить влияние предшественников (сидератов) яровой пшеницы в полевых севооборотах на продуктивность и плодородие темно-каштановых почв для разработки технологий возделывания культур.

**Условия, материалы и методы исследований.** Исследования проводили в звеньях полевых севооборотов, заложенных в 2006 г. на экспериментальных полях Тувинского НИИСХ. Почвенный покров опытного участка представлен темно-каштановой среднесуглинистой почвой. Изучались звенья севооборота: пар – пшеница, горох – пшеница, донник – пшеница. Запашку донника в качестве сидерата проводили в фазу цветения, гороха – образования стручков. В звене с занятым паром зеленую массу донника убирали в фазе бутанизация – начало цветения.

Учетная площадь – 515 м<sup>2</sup>, расположение вариантов – систематическое, агротехника возделывания – общепринятая для зоны. Высекали яровую пшеницу сортов Кантегирская 89 (2006–2010 гг.) и Чатытай (2012–2015 гг), донник – Карабалыкский, горох – Укосный.

Во время проведения исследований погодные условия вегетационного периода существенно различались по годам. За исследуемый период сумма осадков за вегетационный период составляла 205–320 мм, сумма активных температур выше 10 °С – 1577–1924 °С, сумма эффективных температур выше 5 °С – 1198–1899 °С. Сумма осадков за вегетацию 2012 г. – 195,5 мм; 2013 г. – 314,4; 2014 г. – 187,3 мм.

Результаты исследований полученных данных проводили согласно методикам полевого опыта [10, 11].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Проведенные исследования выявили влияние предшественников донника, гороха (сидератов) в сравнении с паром чистым в полевых севооборотах на плотность 30-сантиметрового слоя почвы.

При запахивании биомассы сидеральных культур плотность снизилась на 0,06–0,09 г/см<sup>3</sup>, а после чистого пара плотность повысилась на 0,05 г/см<sup>3</sup> (табл. 1).

Таблица 1

**Влияние предшественников на плотность почвы в фазу трубкувания пшеницы, г/см<sup>3</sup>, 0–30 см (в среднем за 2006–2015 гг.)**

Предшественник	Исходная	Плотность почвы под пшеницей	± к исходной
Чистый	1,35	1,4	+0,05
Чистый + 30 т/га навоза	1,37	1,31	-0,06
Донник (сидерат)	1,41	1,32	-0,09
Донник (зел. масса)	1,41	1,37	-0,04
Горох (сидерат)	1,41	1,37	-0,04

Примечание: НСР<sub>0,95</sub> ± 0,03 г/см<sup>3</sup>.

Результаты исследований по эффективности паров в борьбе с сорняками показали, что число семян сорных растений в почве (0–20 см) снизилось после всех паров, за исключением донникового (зел. масса).

Лучше других очищал от них почву чистый, не удобренный навозом пар – 47,3 %. Внесение навоза 30 т/га снижало сороочищение почвы до 25,9 %.

Сидеральный гороховый несколько уступал чистым парам, очищали от семян сорняков на 21,0 %. Изменение засоренности почвы происходило в основном за счет семян ранних и поздних яровых малолетников. Возрастание ее после донниковых паров объясняется значительной засоренностью его посевов. В посевах

пшеницы из общего количества сорняков 40–50 % составляли ранние яровые, 35 – поздние яровые, по 5–15 % – зимующие и многолетние. После сидерального горохового и чистых паров засоренность посевов пшеницы в фазу трубкувания яровой пшеницы повысилась на 12–15 %, а после донниковых – снизилась на 26–53 %.

Больше засорены были посевы пшеницы по занятому донниковому (90 шт/м<sup>2</sup>), чистому неунавоженному (71) и занятому пару (68 шт/м<sup>2</sup>) (табл. 2).

Отмечено, что запашка в почву всей массы предшественников (сидерат) по сравнению с запашкой стерни и корней повышало очищение почвы и посевов пшеницы от сорняков на 10–20 %.

Таблица 2

**Количество и масса воздушно-сухих сорняков перед уборкой яровой пшеницы в зависимости от предшественника (среднее за 2006–2015 гг.)**

Предшественник	Количество		Масса	
	шт/м <sup>2</sup>	От их числа в фазу трубкувания пшеницы, %	г/м <sup>2</sup>	Удельный вес, %
Чистый	71	29,7	113	15,1
Чистый + 30 т/га навоза	51	18,0	76	9,4
Донник (сидерат)	55	31,6	63	8,5
Донник (зел. масса)	90	51,9	82	14,2
Горох (сидерат)	53	23,7	49	5,9

Водный режим почв в республике Тыва определяется атмосферными осадками. Эффективность усвоения осадков почвой зависит от

характера и времени их выпадения, а также от способа обработки почвы. По сезонам года атмосферные осадки распределяются неравно-

мерно. Наибольшее пополнение запасов влаги происходит в осенние и предзимние месяцы, когда испарение почвы небольшое, и осадки выпадают на хорошо водопроницаемую почву. В зимний период почва промерзает глубоко и до схода снега не оттаивает, в связи с чем на полях во время снеготаяния наблюдается значительный сток осадков. Паровое поле не только накапливает, но и расходует значительное количество влаги из почвы в результате испарения. Если количество осадков в летний период превышает потери воды от испарения, запасы ее в почве увеличиваются, в сухое лето наблюдается некоторое уменьшение количества продуктивной влаги от весны к осени [12, 13].

Оценивая влагонакопительную эффективность изучаемых предшественников, можно отметить, что почва после пара сидерального аккумулировала 91 мм продуктивной влаги, что составило около 49 % от суммы выпавших осадков за период между осенним и весенним определением, после занятого пара (донник) – соответственно 45 %, а метровый слой почвы чистого пара пополнился лишь на 23 % влаги, что составляет 42 мм. За летне-осенний период при частом выпадении осадков после запашки (213 мм) сидеральные и занятые пары накапливали влагу более интенсивно, чем чистые. В засушливых условиях (71 мм) происходило уменьшение количества продуктивной влаги на всех типах пара.

Баланс влаги на чистых парах от весны к осени во все годы исследований был отрицательным. Общий расход воды чистыми парами в среднем составил 330–339 мм, а сидеральными и занятыми – 325–344 мм (практически одинаков).

Таким образом, в сидеральных и занятых парах влага расходовалась в основном на производство органического вещества и накопление в почве, а в чистых – на непродуктивное испарение с поверхности почвы (табл. 3).

Создание на поверхности почвы мульчирующего слоя из органических остатков и сокращение периода времени с отсутствием на полях растительности могут служить дополнительным приемом рационального использования атмосферных осадков. Исследования еще

раз подтвердили, что чистые пары накапливают влагу в почве, главным образом, за счет осенне-зимних осадков первого года, а осадки летнего периода и зимние следующего года в основном уходят на непродуктивное испарение. Использование сидеральных паров дает возможность продуктивно использовать летние осадки и получать органическое вещество для почвы. Наличие стерни после парозанимающей культуры способствует большему снегозадержанию, и в результате талые воды лучше поглощаются почвой.

Количество и распределение минерального азота по почвенному профилю тесно связано с погодными условиями и агротехническими факторами. Высокое накопление нитратов является признаком благоприятного биологического режима почвы, достаточной влажности и аэрации, активных микробиологических процессов и присутствия органических соединений [14].

Количество и распределение минерального азота по почвенному профилю тесно связано с погодными условиями и агротехническими факторами.

В период кущения яровой пшеницы в зоне распространения основной массы корней (0–40 см) меньше нитратного азота (9,6 мг/кг) сохранилось в почве после донника (зел. масса). Поступление нитратов от минерализации сидеральной массы проходило под пшеницей после сидерального донника (20,5 мг/кг) и гороха (18,0 мг/кг) (см. табл. 3).

Анализируя урожайность яровой пшеницы в зависимости от предшественника, можно отметить, что продуктивность культуры во многом определялась весенними запасами влаги в почве и условиями увлажнения вегетационного периода. Так, вариант «донник на зел. массу» по влагообеспеченности почвы в весенний период уступал на 10–15 % в пользу чистого и сидерального паров, а его урожайность уступала на 28–34 %. В среднем за годы исследований урожайность яровой пшеницы, размещенной по сидеральным парам, составила 2,0 т/га, по занятому (донник) – 1,57 т/га.

Исследования, проводимые с предшественниками (донник, горох) [15], показали эффективность введения их в полевые севообороты.

Таблица 3

Влияние предшественников на запасы продуктивной влаги, содержание нитратного азота, урожайность яровой пшеницы (в среднем за 2007–2015 гг.)

Предшественник	Запасы продуктивной влаги, мм, 0–100 см			N-NO <sub>3</sub> , мг/га, 0–40 см		Урожайность, т/га
	Октябрь	Апрель	В период кущения	Октябрь	В период кущения	
Чистый	127	157	102	15,6	20,0	1,9
Чистый + 30 т/га навоза	136	160	114	14,0		2,05
Донник (сидерат)	129	158	110	12,5	20,5	2,05
Донник (зел. масса)	120	155	98	11,3	12,8	1,57
Горох (сидерат)	122	151	105	12,0	18,0	2,0
НСР <sub>05</sub>	6,2	7,3	5,2 2,1	12,7	0,3	

**Заключение.** В Республике Тыва в системе полевых севооборотов разработаны биологические приемы повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур. Изучены основные показатели плодородия (водный и питательный режимы и агрофизические свойства почвы, фитосанитарное состояние посевов и др.). При возделывании яровой пшеницы в зернопаровых севооборотах целесообразно вводить в них предшественники: донник и горох (сидераты). Сидеральные предшественники яровой пшеницы оптимизируют физическое состояние почвы, дают возможность рационально использовать осадки второй половины лета для создания биомассы культуры, служат источником пополнения органического вещества в почву и стабильному получению урожая последующей культуры.

### Литература

1. Вильямс В.Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения. – М.: Сельхозгиз, 1949. – 471 с.
2. Шикун Н.К., Назаренко Г.В. Минимальная обработка черноземов и воспроизводство их плодородия. – М.: Агропромиздат, 1990. – 320 с.
3. Каштанов А.Н. Концепция ландшафтной контурно-мелиоративной системы земледелия // Земледелие. – 1992. – № 6. – С. 14–16.
4. Malone L.A. The renewed concern over soil erosion: the current federal programs and proposals // Journal of Agricultural Taxation and Law. – 1989. – V. 10. – № 4. – P. 310–354.
5. Robinson K.L. Farm and food policies and their consequences // The evolution of farm and food policies in the United States. – 1989. – P. 10–47.
6. Назын-оол О.А. Применение удобрений на эродированных почвах Тувинской АССР // Научные основы защиты почв от эрозии в Восточной Сибири. – Красноярск, 1978. – С. 104–112.
7. Назын-оол О.А. Плодородие дефлированных почв Центрально-Тувинской котловины: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Кызыл, 2004. – 40 с.
8. Сопла А.С. Влияние видов паров на свойства темно-каштановых почв Тывы и урожайность пшеницы // Сибирский вестн. сельскохозяйственной науки. – 2014. – № 3. – С. 12–18.
9. Жарова Т.Ф. Влияние предшественников на агрохимические свойства темно-каштановой почвы и урожайность яровой пшеницы // Сибирский вестн. сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 3. – С. 102–105.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
11. Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию. – М.: Колос, 1977. – 368 с.
12. Барышников В.А. Влияние способов обработки почвы на урожай и качество зерна яровой пшеницы // Тр. Тувинской гос. сель-

- скохозяйственной опытной станции. – Кызыл, 1976. – Вып. 5. – С. 77–83.
13. Ларионов Г.И., Барышников В.А., Вамбольд В.А. Агротехнические и химические меры борьбы с сорняками в Тувинской АССР // Научные основы защиты почв от эрозии в Восточной Сибири: сб. науч. тр. / Красноярский НИИСХ. – Красноярск, 1978. – С. 101–104.
  14. Довбан К.П. Сидераты – экологическая основа природоохранных технологий в интенсивном земледелии // Плодородие почвы и качество продукции при биологизации земледелия: мат-лы науч.-практ. конф. (Москва, 19–24 сент., 1994 г.). – М.: Изд-во МГУ, 1996. – С. 5–10.
  15. Жуланова В.Н., Жарова Т.Ф. Влияние севооборотов на плодородие почв и продуктивность яровой пшеницы // Вестн. КрасГАУ. – 2015. – Вып 1. – С. 18–22.

#### Literatura

1. Vil'jams V.R. Pochvovedenie. Zemledelie s osnovami pochvovedenija. – М.: Sel'hozgid, 1949. – 471 s.
2. Shikula N.K., Nazarenko G.V. Minimal'naja obrabotka chernozemov i vosproizvodstvo ih plodorodija. – М.: Agropromizdat, 1990. – 320 s.
3. Kashtanov A.N. Konceptija landshaftnoj konturno-meliorativnoj sistemy zemledelija // Zemledelie. – 1992. – № 6. – С. 14–16.
4. Malone L.A. The renewed concern over soil erosion: the current federal programs and proposals // Journal of Agricultural Taxation and Law. – 1989. – V. 10. – № 4. – P. 310–354.
5. Robinson K.L. Farm and food policies and their consequences // The evolution of farm and food policies in the United States. – 1989. – R. 10–47.
6. Nazyn-ool O.A. Primenenie udobrenij na jerodirovannyh pochvah Tuvinskoj ASSR // Nauchnye osnovy zashhity pochv ot jerozii v Vostochnoj Sibiri. – Krasnojarsk, 1978. – S. 104–112.
7. Nazyn-ool O.A. Plodorodie deflirovannyh pochv Central'no-Tuvinskoj kotloviny: avtoref. dis. ... d-ra s.-h. nauk. – Kyzyl, 2004. – 40 s.
8. Soţpa A.S. Vlijanie vidov parov na svojstva temno-kashtanovyh pochv Tyvy i urozhajnost' pshenicy // Sibirskij vestn. sel'skohozjajstvennoj nauki. – 2014. – № 3. – S. 12–18.
9. Zharova T.F. Vlijanie predshestvennikov na agrohimicheskie svojstva temno-kashtanovoj pochvy i urozhajnost' jarovoj pshenicy // Sibirskij vestn. sel'skohozjajstvennoj nauki. – 2015. – № 3. – S. 102–105.
10. Dospëhov B.A. Metodika polevogo opyta. – М.: Kolos, 1979. – 416 s.
11. Dospëhov B.A., Vasil'ev I.P., Tulikov A.M. Praktikum po zemledeliju. – М.: Kolos, 1977. 368 s.
12. Baryshnikov V.A. Vlijanie sposobov obrabotki pochvy na urozhaj i kachestvo zerna jarovoj pshenicy // Tr. Tuvinskoj gos. sel'skohozjajstvennoj opytnoj stancii. – Kyzyl, 1976. – Vyp. 5. – S. 77–83.
13. Larionov G.I., Baryshnikov V.A., Vambol'd V.A. Agrotehnicheskie i himicheskie mery bor'by s sornjakami v Tuvinskoj ASSR // Nauchnye osnovy zashhity pochv ot jerozii v Vostochnoj Sibiri: sb. nauch. tr. / Krasnojarskij NIISH. – Krasnojarsk, 1978. – S. 101–104.
14. Dovban K.P. Sideraty – jekologičeskaja osnova prirodohrannyh tehnologij v intensivnom zemledelii // Plodorodie pochvy i kachestvo produkcii pri biologizacii zemledelija: mat-ly nauch.-prakt. konf. (Moskva, 19–24 sент., 1994 g.). – М.: Izd-vo MGU, 1996. – S. 5–10.
15. Zhulanova V.N., Zharova T.F. Vlijanie sevooborotov na plodorodie pochv i produktivnost' jarovoj pshenicy // Vestn. KrasGAU. – 2015. – Vyp 1. – S. 18–22.