

Лилия Тангытовна Монгуш^{1✉}, Анна Докул-ооловна Оюн²

^{1,2}Тувинский НИИ сельского хозяйства – филиал Сибирского ФНЦ агробиотехнологий РАН, Кызыл, Республика Тыва, Россия

¹lilya.mongush.60@mail.ru

²b-kus@mail.ru

УРОЖАЙНОСТЬ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР И СТРУКТУРНО-АГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА

Цель исследования – изучить урожайность зеленой массы и продуктивность кормовых растений в условиях Республики Тыва, определить массу корней в слое 0–30 см, агрегатный состав почвы путем сухого просеивания, дать оценку структурированности почвы под различными кормовыми культурами. Установлено, что урожайность кормовых культур во многом определялась количеством выпавших осадков и продуктивной влагой в начале развития растений, распределением осадков по вегетационному сезону. За 3 года исследований в среднем наибольшую урожайность зеленой массы среди зернобобовых обеспечила вика (14,8 т/га), а из многолетних трав – эспарцет (13,9 т/га). Максимальный сбор сухого вещества у однолетних культур отмечен по варианту горох (6,39 т/га). По кормовым единицам и обменной энергии превосходит другие варианты вика (8,42 тыс и 123,46 ГДж/га). Среди многолетних трав лучшие показатели в среднем за годы исследований по всем параметрам продуктивности зафиксированы у эспарцета: выход сухого вещества – 8,34 т/га, кормовых единиц – 31,57 тыс., обменной энергии – 136,99 ГДж/га. Выявлено, что содержание агрономически ценных фракций (АЦФ) под многолетними травами больше, чем под однолетними. Наибольшее количество АЦФ содержится на вариантах люцерны и эспарцета. Коэффициент структурности на верхнем слое многолетних трав находится в пределах от 2,0 до 2,47, что в 2 раза выше, чем у однолетних зернобобовых культур. Структурированность темно-каштановой почвы под многолетними травами оценивается как отличная. Результатами исследований установлено, что возделывание многолетних трав способствует лучшему структурированию почвы по сравнению с однолетними зернобобовыми культурами.

Ключевые слова: кормовые культуры, урожайность, продуктивность, структура почвы, агрономически ценные фракции, коэффициент структурности

Для цитирования: Монгуш Л.Т., Оюн А.Д. Урожайность кормовых культур и структурно-агрегатный состав почвы в условиях Республики Тыва // Вестник КрасГАУ. 2024. № 4. С. 29–35. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-4-29-35.

Liliya Tangytovna Mongush^{1✉}, Anna Dokul-oolovna Oyun²

^{1,2}Tuva Research Institute of Agriculture – branch of the Siberian FSC for Agrobiotechnologies RAS, Kyzyl, Republic of Tuva, Russia

¹lilya.mongush.60@mail.ru

²b-kus@mail.ru

FORAGE CROPS YIELD AND STRUCTURAL-AGGREGATE COMPOSITION OF SOIL IN THE REPUBLIC OF TUVA CONDITIONS

The purpose of research is to study the yield of green mass and the productivity of forage plants in the conditions of the Republic of Tuva, to determine the mass of roots in the 0–30 cm layer, the aggregate composition of the soil by dry sifting, to assess the structure of the soil under various forage crops. It was established that the yield of forage crops was largely determined by the amount of precipitation and pro-

ductive moisture at the beginning of plant development, and the distribution of precipitation over the growing season. Over 3 years of research, on average, the highest yield of green mass among legumes was provided by vetch (14.8 t/ha), and among perennial grasses – sainfoin (13.9 t/ha). The maximum dry matter collection in annual crops was noted for the pea variant (6.39 t/ha). In terms of feed units and metabolic energy, it surpasses other vetch varieties (8.42 thousand and 123.46 GJ/ha). Among perennial grasses, the best indicators on average over the years of research in all productivity parameters were recorded in sainfoin: dry matter yield – 8.34 t/ha, feed units – 31.57 thousand, metabolic energy – 136.99 GJ/ha. It was revealed that the content of agronomically valuable fractions (AVF) under perennial grasses is greater than under annual grasses. The largest amount of AVF is contained in the alfalfa and sainfoin varieties. The coefficient of structure on the top layer of perennial grasses ranges from 2.0 to 2.47, which is 2 times higher than that of annual leguminous crops. The structure of the dark chestnut soil under perennial grasses is assessed as excellent. Research results have established that the cultivation of perennial grasses contributes to better soil structuring compared to annual leguminous crops.

Keywords: forage crops, yield, productivity, soil structure, agronomically valuable fractions, structure coefficient

For citation: Mongush L.T., Oyun A.D. Forage crops yield and structural-aggregate composition of soil in the Republic of Tuva conditions // Bulliten KrasSAU. 2024;(4): 29–35 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-4-29-35.

Введение. Республика Тыва – регион животноводческий. Из-за экономических преобразований в конце 90-х гг. XX в., в результате перехода государственной собственности в частную, по сравнению с началом 90-х гг. произошло резкое снижение площади пашни. Площадь сельскохозяйственных угодий в республике составляет 2653,5 тыс. га, из них пашня занимает всего 135,5 тыс. га, или 5 %. Более 60 % посевных площадей республики сосредоточены в центральной части региона в Центральнотувинской котловине (Тандинский, Каа-Хемский, Пий-Хемский и Кызылский районы). Большая часть почв, используемых под пашню, это каштановые почвы [1–3].

В настоящее время использование в республике севооборотов с короткой ротацией парпшеница привело к потере гумуса, ухудшению качества почвы, одностороннему выносу элементов питания. Вопросы снижения плодородия почвы в пахотных землях Бай-Тайгинского, Дзун-Хемчикского, Сут-Хольского кожуунов республики стоят очень остро. Урожайность сельскохозяйственных культур низкая, так как в структуре посевных площадей многолетних трав и бобовых культур, обогащающих почву необходимыми элементами, улучшающих его агрофизические свойства, мало. По данным В.Н. Жулановой, за последние 35 лет в почвах пашни Тывы содержание гумуса снизилось почти в 1,3 раза [1]. Результаты седьмого цикла сплошного агрохимического обследования пахотных почв специалистами ФГУ ГС Агрохимической службы «Тувинская» показали, что сред-

невзвешенное содержание гумуса в пахотных почвах Тывы составляет 2,78 %, что ниже в 1,5 раза, чем в среднем по России [4]. В различных зонах страны многие ученые рекомендуют вовлечение многолетних трав и однолетних зернобобовых культур в полевые севообороты, так как они являются основными элементами биологизации земледелия [5].

Как известно, на хорошо структурированных почвах, даже в засушливых районах, с низким количеством атмосферных осадков влаги в почве бывает достаточно для получения высоких урожаев. В.Р. Вильямс в своих исследованиях указывал, что только структурная почва может более-менее удовлетворять растения водой и пищей [6].

Цель исследования – изучение структурно-агрегатного состава почвы под однолетними и многолетними кормовыми культурами на темно-каштановой почве в степной зоне Республики Тыва.

Объекты и методы. Опыты по изучению однолетних и многолетних кормовых культур заложены на темно-каштановой почве опорного пункта Тувинского НИИСХ. По агрохимическим исследованиям почва характеризуется низким содержанием гумуса – 3,59 % в пахотном слое почвы 0–20 см. Содержание P_2O_5 – 16 мг/кг; K_2O – 138–222 мг/кг почвы. Общего азота – 0,20 %. Реакция почвенного раствора pH – 7,0. Агротехника возделывания кормовых культур соответствует принятой в регионе технологии [7]. Объектами исследований являлись следующие однолетние зернобобовые культуры: пелюшка, горох,

вика и многолетние травы (кострец безостый, эспарцет, люцерна).

Многолетние травы были посеяны весной 2018 г. Нормы высева семян: люцерна – 14 кг/га; эспарцет – 60; кострец безостый – 22 кг/га; у однолетних: горох – 1,0 млн шт/га; пелюшка – 0,8; вика – 1,2 млн шт/га. Глубина посева многолетних трав: люцерны, костреца – 2–3 см, эспарцета – 4 см. Глубина посева однолетних культур – 6–8 см.

В опытах накопление корней определяли в почвенном слое (0–30 см) осенью 2019 г., во второй год жизни многолетних трав. Монолиты почвы отбирались по методике Н.З. Станкова. В 2020 г. изучен структурно-агрегатный состав почвы. Фенологические наблюдения, учет урожая проведены согласно методическим указаниям [8–10].

Структурно-агрегатный состав почвы определяли осенью методом сухого просеивания почвы через сито (Н.И. Саввинова). Агрегатное состояние почвы оценивали по шкале коэффициента структурности $K_{стр}$ [11], который установлен расчетным способом. Химический состав растительных образцов проведен в аналитической лаборатории Тувинского НИИСХ. Для характеристики метеорологических условий за вегетационный период за годы исследований использованы данные Сосновской метеостанции Тандинского кожууна РТ.

Результаты и их обсуждение. Погодные условия за 2018–2021 гг. были благоприятными для возделывания сельскохозяйственных растений. Отмечали незначительное превышение средней температуры воздуха по сравнению со среднемноголетними в июне 2018 г. и в июле 2020 и 2021 гг., также в августе 2018 и 2019 гг. Самым влажным был 2018 г., когда количество осадков во все летние месяцы были выше средних многолетних. Гидротермический коэффициент за вегетационный период имел следующие значения: ГТК 2018 г. = 1,6; ГТК 2019 г. = 1,34; ГТК 2020 г. = 1,95; ГТК 2021 г. = 1,81. Избыточно влажными были 2020 и 2021 гг. Показатели запасов продуктивной влаги в слое 0–100 см в период возобновления вегетации по годам жизни изменялись и составили в 2019 г. – 146,90 мм; в 2020 г. – 151,2; в 2021 г. – 131,05 мм, к концу вегетационного сезона снижались: 110,36; 115,61; 111,1 мм соответственно. Хотя 2020 г. был очень влажным, на начало вегетации следующего года продуктивной влаги было на 20 мм меньше, чем в предыдущие годы (табл. 1). Так как в Туве наибольшее пополнение запасов влаги происходит в осенние и предзимние месяцы, когда испарение почвы небольшое и осадки выпадают на хорошо водопроницаемую почву [12].

Таблица 1

Метеорологические условия вегетационного сезона

Год	Месяц				Сумма за вегетацию
	май	июнь	июль	август	
Средняя температура воздуха, °С					
2018	9,5	19,2	16,3	16,1	1577,2
2019	10,0	15,6	16,9	16,3	1647
2020	12,7	14,5	18,0	14,8	1577,6
2021	9,9	15,1	19,1	13,0	1601,3
Среднемноголетнее	11,9	15,6	16,9	14,6	1540
Осадки, мм					
2018	38,6	24,7	139,3	47,5	250,1
2019	15,5	56,7	119,2	44,5	221
2020	40,3	97,8	116,3	69,6	308,1
2021	82,8	39,1	82,1	101,1	291,1
Среднемноголетнее	29	48	73	68	242

Известно, что важную роль для образования хорошо структурированной почвы играют корни, которые расчлняют почву в отдельные агрегаты. Изучено послойное распределение корневой массы в слое почвы 0–30 см. Злаковые тра-

вы развивают мощную корневую систему в пахотном горизонте, быстро разлагаются и способствуют повышению плодородия почвы. В нашем опыте также наибольшее количество корней в слое 0–10 см имеет кострец безостый

(9,4 г), так как у него основная корневая масса сосредоточена на верхнем слое почвы, что в 3,1 раза больше, чем у люцерны.

Вес корней эспарцета (8,4 г) чуть ниже, чем костреца. В слое 10–20 см максимальное количество корней также имеет кострец – 4,8 г. Масса корней у люцерны, эспарцета почти одинакова (от 2,3 до 2,7 г). В слое 20–30 см масса корней на всех вариантах выровнялась и составляла от 1,2 (эспарцет) до 1,74 г (кострец).

Наибольшее накопление подземной массы во второй год жизни трав в слое 0–30 см наблюдается у костреца безостого (1,6 т/га), несколько ниже под эспарцетом (1,2 т/га), за ними люцерна (0,7 т/га).

Масса корней у гороха в слое 0–30 см составляет 0,56 т/га; вики – 0,58; пелюшки – 0,55 т/га. Значимых различий по массе корней у однолетних зернобобовых не обнаружено. Средние показатели по массе корней однолетних культур составляют 0,56 т/га, что меньше по сравнению с многолетними травами: люцерной – в 12,7 раза; эспарцета – 27,5; костреца – в 21,0 раза. Наибольшая масса корней получена кострецом – 15,9 т/га, выше люцерны на 8,6 т/га, потому что кострец относится к длиннокорневищным растениям, формирующим больше корней в поверхностных слоях почвы. Эспарцет превысил люцерну по массе корней на 4,7 т/га.

По результатам наших исследований выявлено, что содержание агрономически ценных фракций (АЦФ) под многолетними травами больше, чем под однолетними. Наибольшее количество АЦФ содержится на вариантах люцерны и эспарцет. Под люцерной в слое 0–20 см

АЦФ выше, чем у однолетних зернобобовых, в 1,4 раза, под эспарцетом и кострецом – в 1,3 раза. Далее с глубиной содержание АЦФ уменьшается, и в слое 20–30 см превышение составляет 1,1 раза. Под однолетними культурами содержание агрегатов размером 10–0,25 мм находится в пределах от 45,1 до 52,7 %, структура почвы по шкале С.И. Долгова и П.У. Бахтина оценивается как удовлетворительная. Под многолетними травами этот показатель выше на 60 %, что оценивается как хороший (табл. 3).

Анализ коэффициента структурности почвы показывает, что под однолетними зернобобовыми структурированность почвы в слое 0–10 см находится на одинаковом уровне – от 1,0 до 1,1, оценивается как хорошая (табл. 2). Под многолетними травами в слое 0–10 см структурированность почвы отличная, находится в пределах от 2,0 до 2,5 Кстр, в нижних слоях 20–30 см – хорошая. Наибольший отмечен в посевах люцерны (2,5 Кстр). Коэффициент структурности понижается в нижних слоях почвы, это объясняется тем, что в верхнем слое находится наибольшее количество корней, которые пронизывают почву на мелкие агрегаты, в нижних слоях количество корней уменьшается.

Сравнение коэффициента структурности темно-каштановой почвы под многолетними травами и однолетними культурами показывает, что в верхнем слое Кстр в 2 раза выше у многолетних трав, чем у однолетних. Лучшие показатели структурности выявлены под люцерной. Незначительно уступает люцерне эспарцет и чуть ниже коэффициент структурности у костреца.

Таблица 2

**Содержание агрономически ценных агрегатов
и коэффициент структурности под кормовыми культурами**

Культура	Слой почвы, см	Содержание агрегатов, %			Кстр
		> 10 мм	10–0,25 мм	> 0,25 мм	
1	2	3	4	5	6
Горох	0–10	41,4	51,0	7,9	1,0
	10–20	42,6	49,5	7,8	1,0
	20–30	39,7	52,7	7,4	1,1
Вика	0–10	34,0	48,4	17,5	1,0
	10–20	32,7	47,3	19,9	1,0
	20–30	35,7	45,1	19,2	0,8
Пелюшка	0–10	30,1	52,1	17,8	1,1
	10–20	38,6	48,4	12,9	1,0
	20–30	30,6	51,7	17,7	1,1

1	2	3	4	5	6
Люцерна	0–10	23,2	71,2	5,6	2,5
	10–20	24,8	68,8	6,4	2,2
	20–30	32,7	60,6	6,7	1,5
Эспарцет	0–10	22,8	67,8	10,1	2,1
	10–20	33,3	60,6	6,1	1,5
	20–30	44,9	50,1	5,0	1,0
Кострец	0–10	21,3	66,7	12,0	2,0
	10–20	27,5	66,5	6,1	2,0
	20–30	41,1	53,8	5,1	1,2
НСР ₀₅	0–10				0,22
	10–20				0,20
	20–30				0,16

Урожайность однолетних культур в среднем за годы исследований находится на уровне 11,9–14,8 т/га. Наибольшая зеленая масса (14,8 т/га) получена вики, что незначительно выше гороха и пелюшки. Как указано выше, годы исследований были влажными, благодаря этому вика имела высокую урожайность, так как она самая отзывчивая на влагу. По нашим исследованиям предыдущих лет известно, что вика в сухие годы формирует низкий урожай зеленой массы.

При оценке продуктивности по выходу сухого вещества и протеина лидирует горох. Его показатели незначительно выше вики. По выходу кормовых единиц и обменной энергии лучше всех показала себя вика яровая – 8,4 тыс. и 123,5 ГДж/га соответственно. Самые низкие показатели по всем параметрам продуктивности выявлены у пелюшки. Сбор сухого сырого протеина ниже гороха на 3,5 т/га, ниже вики на 3,0 т/га. Энергонасыщенность гороха на 16,9 ГДж/га, вики – на 26,3 ГДж/га (табл. 3).

Таблица 3

Продуктивность однолетних культур и многолетних трав за 2019–2021 гг.

Вид растений	Урожайность, т/га	Сухое вещество, т/га	Протеин т/га	Кормовые единицы, тыс/га	Обменная энергия, ГДж/га
Однолетние зернобобовые					
Горох	13,3	6,4	12,5	7,9	114,0
Вика	14,8	6,1	12,0	8,4	123,5
Пелюшка	11,9	5,2	9,0	6,6	97,1
НСР ₀₅	3,3	2,6	2,9	2,5	35,9
Многолетние травы					
Люцерна	12,6	7,6	13,1	27,0	117,6
Эспарцет	13,9	8,3	12,3	31,6	137,0
Кострец	10,7	6,3	10,8	20,6	95,2
НСР ₀₅	1,1	0,6	2,05	3,6	45,53

Из многолетних трав высокую урожайность и продуктивность зеленой массы обеспечил эспарцет. Средняя урожайность за годы исследований составила 13,1 т/га, что выше люцерны и костреца на 1,3 и 3,2 т/га соответственно. Все его показатели продуктивности, кроме выхода протеина (12,3 т/га), превысили люцерну и кострец. Вышеуказанная величина ниже показате-

лей люцерны на 0,8 т/га. Самые низкие показатели урожайности и продуктивности выявлены у костреца безостого.

Заключение. По результатам исследования установлено, что посеvy многолетних трав по сравнению с однолетними зернобобовыми более благоприятно воздействовали на улучшение структуры темно-каштановой почвы в усло-

виях Республики Тыва. Почвы под многолетними травами оцениваются как отличные по структурному составу. При таком структурном составе почвы накопление корневой массы и количества агрономически ценных агрегатов у многолетних трав лучше, чем у однолетних.

Урожайность кормовых культур во многом определялась количеством выпавших осадков и продуктивной влагой в начале развития растений, распределением осадков по вегетационному сезону. Среди однолетних культур самой высокой продуктивностью характеризовалась вико яровая с урожайностью зеленой массы 14,8 т/га, из многолетних трав наибольшей урожайностью зеленой массы (13,9 т/га) и продуктивностью выделился эспарцет.

Таким образом, в результате сравнения влияния однолетних и многолетних кормовых культур на структуру почвы пришли к выводу, что для улучшения агрофизических свойств темнокаштановых почв Тувы целесообразно увеличение площадей под многолетними травами.

Список источников

1. Жуланова В.Н., Лопсан А.С. Оценка плодородия почв земледельческой территории Центрально-Тувинской котловины // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4, № 1. С. 82–86. URL: <http://bulletennauki.com/zhulanova> (дата обращения: 15.01.2018).
2. Самбуу А.Д., Оксюлюк А.О., Калдар-оол А.Ю. Эколого-экономическая оценка деградации сельскохозяйственных земель Центральной и Западной зон Республики Тыва // Аридные экосистемы. 2022. Т. 28, № 4 (93). С. 132–139.
3. Динамика сельскохозяйственных угодий как индикатор биоразнообразия в Республике Тыва / З.Н. Квасникова [и др.] // Геосферные исследования. 2021. № 2. С. 77–86.
4. Белек А.Н., Соловьева В.М., Порядина Е.А. Агроэкологический мониторинг почв земледельческой территории Республики Тыва // Агрехимический вестник. 2017. № 2. С. 55–58.
5. Вихорева Г.В., Каширских М.В. Влияние бобовых трав на агрофизические свойства дерново-подзолистых почв и продуктивность севооборотов Верхневолжья // Владимирский земледелец. 2019. № 4 (90). С. 24–27.

6. Вильямс В.Р. Избранные сочинения. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1955. Т. 3. 1008 с.
7. Зональные системы земледелия РТ: руководство. Кызыл, 2019. 252 с.
8. Методика по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М., 1983. 197 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1985. 351 с.
10. Околелова А.А., Стяжин В.Н., Касьянова А.С. Оценка продуктивности почв с помощью регрессионного анализа // Фундаментальные исследования. 2012. № 3, ч. 2. С. 328–332.
11. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Краснообск: РПО СО РАСХН, 2004. 162 с.
12. Жарова Т.Ф. Биологические приемы повышения плодородия почвы и урожайности яровой пшеницы // Вестник КрасГАУ. 2016. № 7. С. 161–166.

References

1. Zhulanova V.N., Lopsan A.S. Ocenka plodородiya pochv zemledel'cheskoj territorii Central'no-Tuvinskoj kotloviny // Byulleten' nauki i praktiki. 2018. T. 4, № 1. S. 82–86. URL: <http://bulletennauki.com/zhulanova> (data obrascheniya: 15.01.2018).
2. Sambuu A.D., Oksyulyuk A.O., Kaldar-ool A.Yu. `Ekologo-`ekonomicheskaya ocenka degradacii sel'skohozyajstvennyh zemel' Central'noj i Zapadnoj zon Respubliki Tyva // Aridnye `ekosistemy. 2022. T. 28, № 4 (93). S. 132–139.
3. Dinamika sel'skohozyajstvennyh ugodij kak indikator bioraznoobraziya v Respublike Tyva / Z.N. Kvasnikova [i dr.] // Geosfernye issledovaniya. 2021. № 2. S. 77–86.
4. Belek A.N., Solov'eva V.M., Poryadina E.A. Agro`ekologicheskij monitoring pochv zemledel'cheskoj territorii Respubliki Tyva // Agrohicheskij vestnik. 2017. № 2. S. 55–58.
5. Vihoreva G.V., Kashirskih M.V. Vliyanie bobovyh trav na agrofizicheskie svojstva dernovo-podzolistyh pochv i produktivnost' sevooborotov Verhnevolzh'ya // Vladimirskij zemledec. 2019. № 4 (90). S. 24–27.
6. Vil'yams V.R. Izbrannye sochineniya. M.: Izd-vo Akademii nauk SSSR, 1955. T. 3. 1008 s.
7. Zonal'nye sistemy zemledeliya RT: rukovodstvo. Kyzyl, 2019. 252 s.

8. Metodika po provedeniyu polevyh opytov s kormovymi kul'turami. M., 1983. 197 s.
9. *Dospelov B.A.* Metodika polevogo opyta. M., 1985. 351 s.
10. *Okolelova A.A., Styazhin V.N., Kas'yanova A.S.* Ocenka produktivnosti pochv s pomosh'yu regressionnogo analiza // Fundamental'nye issledovaniya. 2012. № 3, ch. 2. S. 328–332.
11. *Sorokin O.D.* Prikladnaya statistika na komp'yutere. Krasnoobsk: RPO SO RASHN, 2004. 162 s.
12. *Zharova T.F.* Biologicheskie priemy povyshe-niya plodorodiya pochvy i urozhajnosti yarvoj pshenicy // Vestnik KrasGAU. 2016. № 7. S. 161–166.

Статья принята к публикации 11.09.2023 / The article accepted for publication 11.09.2023.

Информация об авторах:

Лилия Тангытовна Монгуш¹, старший научный сотрудник лаборатории земледелия и кормопроизводства

Анна Докул-ооловна Оюн², старший научный сотрудник лаборатории земледелия и кормопроизводства

Information about the authors:

Liliya Tangytovna Mongush¹, Senior Researcher, Laboratory of Agriculture and Forage Production

Anna Dokul-oolovna Oyun², Senior Researcher, Laboratory of Agriculture and Forage Production

