

Аржаана Сонгукчueвна Сотпа

Тувинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Кызыл, Республика Тыва, Россия
tuv_niish@mail.ru

ВАРЬИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА ПОД ВЛИЯНИЕМ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ, ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Цель исследования – изучить влияние условий года, предшественников и уровней питания на урожайность яровой мягкой пшеницы. Исследование проводилось в степной зоне Республики Тыва на темно-каштановых, среднесуглинистых почвах, в трехпольном севообороте с короткой ротацией (чистый пар – пшеница – пшеница; чистый пар – многолетние травы – пшеницы; чистый пар – овес – пшеница) бессменная пшеница, на двух фонах питания: без применения удобрений (контроль, фон 0), применение удобрений – (фон 1). Лучшими предшественниками яровой мягкой пшеницы были многолетние травы и чистые пары. В умеренно увлажненные годы урожайность пшеницы после многолетних трав и чистого пара в среднем составила 2,62 т/га, в избыточно влажные годы – 1,35 т/га. Это объясняется высоким содержанием нитратного азота в почве в начальном периоде роста и развития пшеницы по этим предшественникам. Применение минерального удобрения увеличивало урожайность яровой пшеницы после многолетних трав и чистого пара в умеренно увлажненные годы в среднем на 4,2 %, а в избыточно влажные годы – в среднем на 21,9 %. Запасы влаги в весенний период больше зависели от гидротермических условий предыдущего года исследований, чем от предшественников. Парование в умеренно увлажненные годы накапливало на 19,5 % больше продуктивной влаги, чем другие предшественники. В избыточно влажные годы лучшие условия увлажнения складывались после многолетних трав с внесением удобрения, где продуктивной влаги было на 4,5 % больше, чем на контроле.

Ключевые слова: гидротермические условия, яровая пшеница, урожайность, предшественники, почва

Для цитирования: Сотпа А.С. Варьирование урожайности яровой мягкой пшеницы в степной зоне Республики Тыва под влиянием гидротермических условий, предшественников и минеральных удобрений // Вестник КрасГАУ. 2022. № 11. С. 33–39. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-33-39.

Arzhaana Songukchuevna Sotpa

Tuva Research Institute of Agriculture, Kyzyl, Tyva Republic, Russia
tuv_niish@mail.ru

SPRING SOFT WHEAT YIELD VARIATION IN THE REPUBLIC OF TYVA STEPPE ZONE UNDER THE HYDROTHERMAL CONDITIONS, PRECURSORS AND MINERAL FERTILIZERS INFLUENCE

The purpose of research is to study the effect of year conditions, predecessors and nutrition levels on the yield of spring soft wheat. The study was carried out in the steppe zone of the Republic of Tyva on dark chestnut, medium loamy soils, in a three-field crop rotation with a short rotation (pure fallow – wheat – wheat; pure fallow – perennial grasses – wheat; pure fallow – oats – wheat) permanent wheat, on two backgrounds nutrition: without the use of fertilizers (control, background 0), the use of fertilizers – (background 1). The best predecessors of spring soft wheat were perennial grasses and pure fallows. In moderately wet years, the yield of wheat after perennial grasses and bare fallow averaged 2.62 t/ha, in excessively wet years – 1.35 t/ha. This is due to the high content of nitrate nitrogen in the soil in the initial period of growth and development of wheat according to these predecessors. The use of mineral fertilizer in-

creased the yield of spring wheat after perennial grasses and bare fallow in moderately wet years by an average of 4.2 %, and in excessively wet years by an average of 21.9 %. Moisture reserves in the spring depended more on the hydrothermal conditions of the previous year of research than on the predecessors. Fallowing in moderately wet years accumulated 19.5 % more productive moisture than other predecessors. In excessively wet years, the best moistening conditions were formed after perennial grasses with fertilizer application, where the productive moisture was 4.5 % more than in the control.

Keywords: hydrothermal conditions, spring wheat, productivity, predecessors, soil

For citation: Сотра А.С. Spring soft wheat yield variation in the Republic of Tyva steppe zone under the hydrothermal conditions, precursors and mineral fertilizers influence // Bulliten KrasSAU. 2022;(11): 33–39. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-33-39.

Введение. В Республике Тыва в степной и сухостепной зоне пшеница занимает значительную площадь (50–51 %) [1]. Большинство хозяйств получают невысокую урожайность зерна этой культуры. Средняя величина урожайности яровой пшеницы по республике составляет 0,8 т/га [2]. Одной из причин снижения урожая пшеницы является нарушение чередования культур в севообороте. Научкой и сельскохозяйственной практикой доказано, что неправильное чередование культур приводит к резкому истощению почвы и, как следствие, снижению урожайности [3, 4]. Другой причиной снижения урожайности пшеницы является сокращение внесения минеральных удобрений. В республике с 1996 г. резко снизилось внесение минеральных удобрений – в 13,5 раза (с 54 до 4 кг/га). Почти все почвы Тувы, кроме южных черноземов, характеризуются пониженным содержанием азота, 32 % площади пашни имеют низкую обеспеченность подвижным фосфором и нуждаются в ежегодном внесении фосфорных удобрений. Такая ситуация указывает на необходимость регулирования азотного и фосфорного режима почв [5–7].

Цель исследования – изучить влияние условий года, предшественников и уровней питания на урожайность яровой мягкой пшеницы.

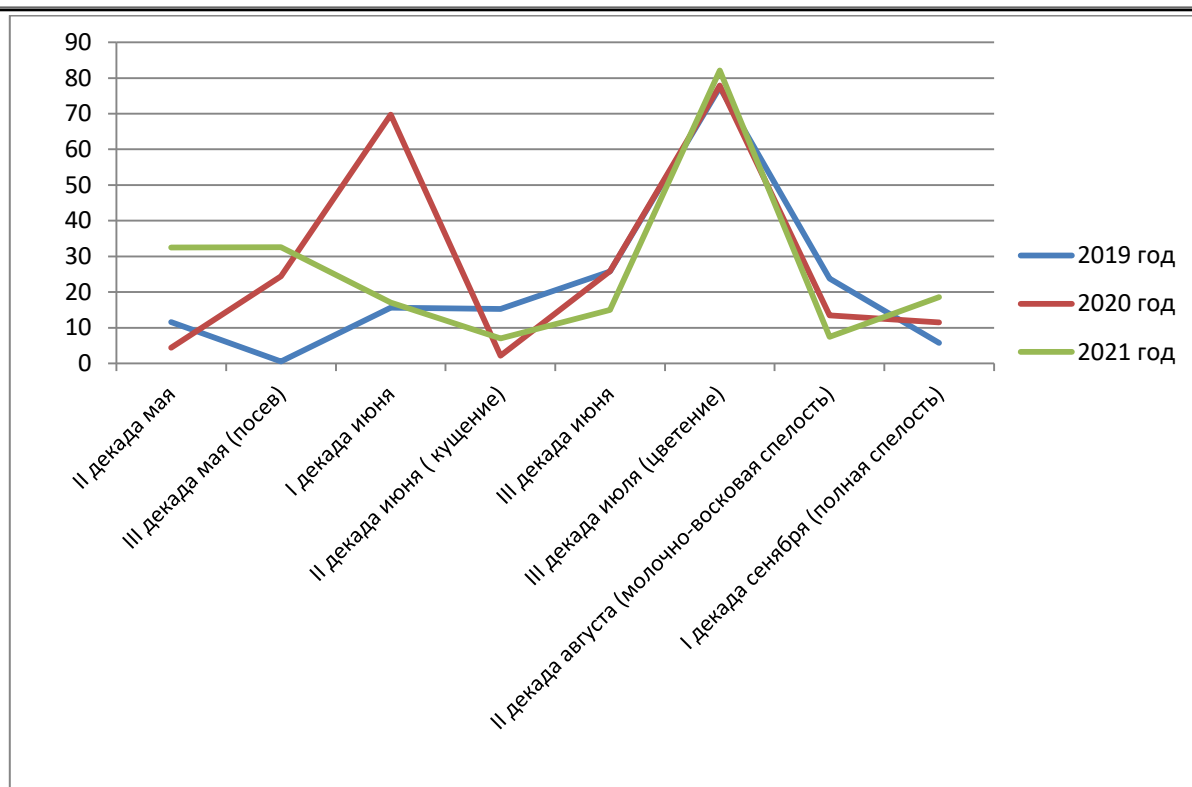
Материалы и методы. Исследование по изучению севооборотов проводится с 2006 г. на опытно-экспериментальных полях Тувинского НИИСХ. Почва опытного участка – темно-каштановая, по гранулометрическому составу – легкий суглинок. Нейтральная реакция почвенного раствора – pH 7,0, содержание гумуса – 4,6–4,7 %, общего азота – 0,20 %. Обеспеченность подвижным фосфором по Мачигину – средняя (16 мг/кг), обменным калием по Мачигину – низкая (138 мг/кг).

В 2017 г. заложены трехпольные севообороты с короткой ротацией (чистый пар – пшеница – пшеница; чистый пар – многолетние травы – пшеницы; чистый пар – овес – пшеница) бес- сменная пшеница. Поля севооборотов размеща-

лись рендомизированно, площадь учетной делянки 84 м², в 3-кратной повторности. Опыты заложены на двух фонах питания: без применения удобрений (контроль, фон 0), с применением удобрений (фон 1). Удобрение в виде нитроаммофоски вносили вручную весной под предпосевную культивацию из расчета 60 кг д.в./га. Обработка чистого пара начиналась с ранневесеннего боронования БИГ-3 на глубину 6–8 см в III декаде апреля. Предпосевная обработка почвы производилась СЗС-2,1. Посев пшеницы проведен сеялкой СЗС-2,1. Влажность почвы определяли по ГОСТ 13386-5-93. Содержание нитратного азота проводили ионо-селективным методом по ГОСТ 20951-86. Содержание подвижного фосфора определяли методом Мачигина в модификации ЦИНАО. Урожайность пшеницы определяли сноповым методом. Статистическая обработка проведена с помощью программы Snedecor [8].

По агрометеорологическим условиям годы исследования различались. Так, агрометеорологические условия 2019 г. характеризовались по гидротермическому коэффициенту как умеренно увлажненные (ГТК = 1,34). Осадки, выпавшие в фазу кущения пшеницы (в II декаде июня их выпало 15,3 мм, что составило 95,6 % от нормы) и фазу выхода в трубку (в I декаде июля их выпало 27,8 мм, что составило 139 % от нормы), благоприятно сказались на росте и развитии яровой мягкой пшеницы (рис.).

Неустойчивыми условиями увлажнения были отмечены 2020 и 2021 гг. По агрометеорологическим условиям годы характеризовались как избыточно влажные (ГТК = 1,95–1,81). Сильные засухи наблюдались во II декаде июня, где отклонение осадков от среднемноголетних составило: в 2020 г. – 86,3 %; в 2021 г. – 56,2 %. Основное количество осадков выпадало на вторую половину вегетационного периода. Так, в 2020 г. в III декаде июля выпало 79,9 мм осадков, что больше многолетних значений на 56,9 мм, а в 2021 г. выпало 82,1 мм, что больше на 59,1 мм.



Метеорологические условия критических фаз роста и развития яровой мягкой пшеницы

Результаты и их обсуждение. Среди зерновых хлебов яровая пшеница предъявляет наиболее высокие требования к плодородию почвы. В засушливых условиях Республики Тыва запасы влаги наряду с питательными веществами являются главными элементами плодородия.

В исследовании к моменту посева яровой мягкой пшеницы наибольшее содержание продуктивной влаги в почве было отмечено в избыточно влажные годы (в среднем 116,9 мм), в умеренно увлажненный год влаги было меньше на 34,5 мм (табл. 1). Применение минеральных

удобрений в избыточно влажные годы достоверно увеличивало влажность почвы на 7,8 %.

Лучшие условия увлажнения в этот период исследования складывались по чистому пару, где влаги в метровом слое почвы было в среднем на 15,5 % больше, чем после других предшественников.

На запасы продуктивной влаги в почве в фазу кущения существенное влияние оказывали только гидротермические условия вегетационного периода. Так, в избыточно влажные годы в метровом слое почвы в среднем влаги было на 38,4 мм больше, чем в умеренно увлажненном году.

Таблица 1

Влияние предшественников и уровней питания на запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы на посевах яровой мягкой пшеницы, мм

Предшественник	Умеренно увлажненный год (2019 г.)		Избыточно влажные годы (2020–2021 гг.)	
	0	1	0	1
1	2	3	4	5
Посев				
Чистый пар	91,1	101,8	123,0	126,8
Пшеница	77,9	83,6	115,1	115,5
Многолетние травы	54,4	71,2	109,5	132,5
Овес	89,0	90,1	107,3	105,5
Среднее	78,1	86,7	113,7	120,1
НСР ₀₅ A = 7,181; B = 3,834; C = 3,834				

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
Кущение				
Чистый пар	77,6	80,5	107,4	115,5
Пшеница	86,0	89,7	116,3	117,3
Многолетние травы	66,0	67,2	113,2	123,3
Овес	70,0	71,3	110,6	111,9
Среднее	74,9	77,2	111,8	117,0
НСР ₀₅ A = 10,062; B = 5,373; C = 5,373				
Уборка				
Чистый пар	89,8	112,1	111,6	112,1
Пшеница	89,6	96,9	110,7	119,5
Многолетние травы	124,3	164,4	112,2	164,0
Овес	153,4	162,2	105,2	113,2
Среднее	114,3	133,9	109,9	127,2
НСР ₀₅ A = 13,879; B = 7,410; C = 7,410				

Здесь и далее: 0 – контроль; 1 – удобрение; A – предшественник; B – гидротермические условия; C – уровень питания.

В период уборки отмечена достоверная разница по содержанию продуктивной влаги в почве между предшественниками и удобренными и неудобренными вариантами. Максимальное количество влаги в метровом слое почвы было отмечено после многолетних трав и овса и в среднем составляло 141,2 и 133,5 мм соответственно. Применение минерального удобрения увеличивало влажность почвы в период уборки в среднем на 16,5 %.

Одним из факторов увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур является

обеспеченность растений элементами питания и прежде всего азотом.

В данном исследовании гидротермические условия вегетационного периода оказали существенное влияние на накопление нитратного азота в пахотном слое почвы. Так, в период посева яровой мягкой пшеницы в умеренно увлажненном году количество N-NO₃ в почве было в среднем на 6,1 мг/кг больше, чем в избыточно влажные годы; в фазу кущения – на 7,1; в фазу уборки – на 9,2 мг/кг (табл. 2).

Таблица 2

Содержание нитратного азота в пахотном слое почвы на посевах яровой мягкой пшеницы в зависимости от предшественников и уровней питания, мг/кг

Предшественник	Умеренно увлажненный год (2019 г.)		Избыточно влажные годы (2020–2021 гг.)	
	0	1	0	1
1	2	3	4	5
Посев				
Чистый пар	15,7	18,0	6,4	8,6
Пшеница	8,0	8,6	6,0	7,3
Многолетние травы	18,0	22,1	8,6	13,2
Овес	8,0	13,7	5,7	7,6
Среднее	12,4	15,6	6,7	9,2
НСР ₀₅ : A = 2,905; B = 1,551; C = 1,551				
Кущение				
Чистый пар	10,0	14,0	2,2	3,5
Пшеница	9,0	11,0	3,5	4,4
Многолетние травы	14,0	18,0	4,3	8,6
Овес	8,0	10,0	4,1	7,3
Среднее	10,3	13,3	3,5	6,0
НСР ₀₅ : A = 1,351; B = 0,721; C = 0,721				

1	2	3	4	5
Уборка				
Чистый пар	14,0	16,0	2,0	3,2
Пшеница	13,5	18,5	3,3	4,0
Многолетние травы	11,9	16,1	7,1	7,5
Овес	9,0	10,1	3,9	4,5
Среднее	12,1	15,2	4,1	4,8
НСР ₀₅ : A = 1,510; B = 0,806; C = 0,806				

Максимальное количество нитратного азота как в умеренно увлажненные, так и избыточно влажные годы накапливается в почве после многолетних трав, в среднем в 1,4 раза больше, чем после непаровых предшественников. Преимущество чистого пара в накоплении азота нитратов было отмечено в умеренно увлажненном году, период посева и уборки. Применение минерального удобрения в умеренно увлажненные годы увеличивало количество нитратного азота в пахотном слое почвы в среднем на 30 %.

На формирование урожая яровой мягкой пшеницы большое влияние оказывало также фосфорное питание.

Содержание P₂O₅ (по методу Мачигина) к моменту посева яровой мягкой пшеницы в среднем по опыту составило 21,3 мг/кг (табл. 3). Это соответствует среднему его содержанию в почве. Небольшое увеличение подвижного фосфора было отмечено в почве после овса и в среднем составило 24,6 мг/кг.

Таблица 3

Содержание подвижного фосфора в пахотном слое почвы на посевах яровой мягкой пшеницы в зависимости от предшественников и уровней питания, мг/кг

Предшественник	Умеренно увлажненный год (2019 г.)		Избыточно влажные годы (2020–2021 гг.)	
	0	1	0	1
Посев				
Чистый пар	14,4	16,7	20,1	22,1
Пшеница	20,4	19,6	21,3	24,8
Многолетние травы	18,8	14,4	22,1	27,4
Овес	27,4	32,8	18,7	19,6
Среднее	20,3	20,9	20,6	23,5
НСР ₀₅ : A = 1,986; B = 1,061; C = 1,061				
Уборка				
Чистый пар	10	12,4	14,3	15,1
Пшеница	20,4	18,6	11,1	14,3
Многолетние травы	16,2	14,4	22,1	25,4
Овес	18,2	18,8	17,3	23,2
Среднее	16,2	16,1	16,2	19,5
НСР ₀₅ : A = 2,174; B = 1,161; C = 1,161				

К уборке содержание фосфора в почве снизилось, по всем предшественникам в среднем составило 17 мг/кг, наибольшее снижение было отмечено в почве после чистого пара – 13 мг/кг. Количество подвижного фосфора в пахотном слое почвы мало изменялось в зависимости от гидротермических условий вегетационного периода и условий питания.

Гидротермические условия вегетационного периода и применение удобрений оказывали существенное влияние на урожайность яровой мягкой пшеницы. В умеренно увлажненные годы урожайность яровой пшеницы была в 1,9 раз больше, чем в избыточно влажные годы (табл. 4). Применение минерального удобрения увеличивало урожайность пшеницы в среднем по опыту на 8,1 %.

**Урожайность яровой мягкой пшеницы в зависимости
от предшественников и уровней питания, т/га**

Предшественник	Умеренно увлажненный год (2019 г.)		Избыточно влажные годы (2020–2021 гг.)	
	0	1	0	1
Посев				
Чистый пар	2,20	2,27	1,13	1,46
Пшеница	2,04	2,15	1,14	1,35
Многолетние травы	2,93	3,08	1,31	1,50
Овес	2,25	2,34	1,03	1,14
Среднее	2,36	2,46	1,15	1,36
НСР ₀₅ : A = 0,124; B = 0,067; C = 0,067				

Максимальный сбор зерна яровой мягкой пшеницы был получен по пшенице, размещенной после многолетних трав, и в среднем составил 2,20 т/га. После чистого пара эта величина была ниже на 25 %, а после остальных предшественников – на 31,7 %. Применение минерального удобрения увеличивало урожайность пшеницы после многолетних трав на 8 %; после чистого пара – на 11,9; пшенице по пшенице – на 10,1 %. Следует отметить, что после овса увеличение составило 16,5 %, но данные были недостоверны на 5 %.

Заключение

1. Основное влияние на накопление продуктивной влаги в почве оказывали гидротермические условия вегетационного периода. Преимущество парования во влагонакоплении отмечается только в период посева пшеницы (в среднем 110,7 мм), в период кущения и уборки оно утрачивается.

2. Гидротермические условия вегетационного периода влияли на количество нитратов в пахотном слое почвы. В умеренно увлажненные годы количество нитратов в почве было в среднем на 7,4 мг/кг больше, чем в избыточно влажные годы. Вследствие этого в умеренно увлажненный год урожайность яровой мягкой пшеницы была в 1,8 раз выше, чем в избыточно влажные годы.

3. Лучшими предшественниками яровой мягкой пшеницы были многолетние травы и чистые пары. В умеренно увлажненные годы урожайность пшеницы после многолетних трав составила 3,01 т/га, по чистому пару – 2,24 т/га.

4. Применение минерального удобрения увеличивало урожайность яровой мягкой пшеницы в умеренно увлажненный год на 4 %, а в избыточно влажные годы – на 18,3 %.

Список источников

1. Чебочаков Е.Я. Структура размещения сельскохозяйственных культур на эродированных почвах юга Средней Сибири // Актуальные проблемы ведения сельскохозяйственного производства в аридной зоне Центрально-Азиатского региона: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. (Кызыл, 18–20 июня 2013). Новосибирск, 2013. С. 256–261.
2. Жуланова В.Н. Аграрная эволюция почвы Тувы. Кызыл: Изд-во ТувГУ, 2016. 232 с.
3. Чибис В.В., Чибис С.П. Формирование качества зерна полевых культур в зависимости от предшественников при возделывании в условиях лесостепи Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. 2006. № 3 (114). С. 74–80.
4. Семендяева Н.В., Карповец Л.А., Крупская Т.Н. Изменение свойств чернозема выщелоченного Новосибирского Приобья при сельскохозяйственном использовании / Новосибир. гос. аграр. ун-т, СибНИИ земледелия и химизации сельского хозяйства. Новосибирск: Золотой колос, 2015. 183 с.
5. Зональная система земледелия Республики Тыва: руководство. Кызыл, 2019. 252 с.
6. Белек А.Н., Соловьева В.М., Порядина Е.А. Агроэкологический мониторинг почв земледельческой территории Республики Тыва // Агрехимический вестник. 2017. № 2. С. 56–58.

7. Статистический ежегодник Республики Тыва: стат. сб. Кызыл: Тывастат, 2019. 241 с.
8. *Сорокин О.Д.* Прикладная статистика на компьютере. Краснообск: РПО СО РАСХН, 2004. 162 с.
4. *Semendyaeva N.V., Karlovec L.A., Krupskaya T.N.* Изменение свойств чернозема высchelochennogo Novosibirskogo Priob'ya pri sel'skohozyajstvennom ispol'zovanii / Novosib. gos. agrar. un-t, SibNII zemledeliya i himizacii sel'skogo hozyajstva. Novosibirsk: Zolotoj kolos, 2015. 183 s.
5. Zonal'naya sistema zemledeliya Respubliki Tyva: rukovodstvo. Kyzyl, 2019. 252 s.
6. *Belek A.N., Solov'eva V.M., Poryadina E.A.* Agro`ekologicheskij monitoring pochv zemledel'cheskoj territorii Respubliki Tyva // Agrohimicheskij vestnik. 2017. № 2. S. 56–58.
7. Statisticheskij ezhegodnik Respubliki Tyva: stat. sb. Kyzyl: Tyvastat, 2019. 241 s.
8. *Sorokin O.D.* Prikladnaya statistika na komp'yutere. Krasnoobsk: RPO SO RASHN, 2004. 162 s.

References

1. *Chebochakov E.Ya.* Struktura razmescheniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur na `erodirovannyh pochvah yuga Srednej Sibiri // Aktual'nye problemy vedeniya sel'skohozyajstvennogo proizvodstva v aridnoj zone Central'no-Aziatskogo regiona: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Kyzyl, 18–20 iyunya 2013). Novosibirsk, 2013. S. 256–261.
2. *Zhulanova V.N.* Agrarnaya `evolyuciya pochvy Tuvy. Kyzyl: Izd-vo TuvGU, 2016. 232 s.
3. *Chibis V.V., Chibis S.P.* Formirovanie kachestva zerna polevyh kul'tur v zavisimosti ot predshestvennikov pri vozdeleyvanii v usloviyah

Статья принята к публикации 01.09.2022 / The article accepted for publication 01.09.2022.

Информация об авторах:

Аржаана Сонгукчиевна Сотпа, старший научный сотрудник отдела кормопроизводства и земледелия

Information about the authors:

Arzhaana Songukchuevna Sotpa, Senior Researcher, Department of Forage Production and Agriculture

