

## **ИЗМЕНЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ СУДАНСКОЙ ТРАВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕРНОВО- ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ**

**Г. В. Седукова, Н. В. Кристова, С. А. Исаченко**

*Институт радиобиологии НАН Беларуси,  
г. Гомель, Беларусь*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Увеличение производства кормов и повышение их качественного состава необходимо для наращивания объемов выпуска животноводческой продукции. Неустойчивость климатических условий в период вегетации приводит к снижению продуктивности кормовых культур и обуславливает возделывание универсальных, хорошо адаптирующихся к повышенным температурам и недостаточному увлажнению почвы. В качестве такой культуры может быть предложена суданская трава, которая пригодна для использования на зеленый корм, приготовления силоса и заготовки на сено. Это теплолюбивая и светолюбивая культура короткого дня. Посев культуры проводят при температуре почвы на глубине заделки семян 10–12 °С [1]. Требования к почве у суданской травы невысокие. Ее можно возделывать как на легких песчаных почвах, так и на суглинистых, а также на осушенных торфяниках. Не подходят для нее только тяжелые глинистые, кислые, заболоченные почвы с высоким стоянием грунтовых вод.

Суданская трава обладает рядом ценных качеств: высокая урожайность, хорошее качество зеленой массы, универсальность использования, засухоустойчивость, неприхотливость к почвам, что делает ее перспективной культурой полевого кормопроизводства. Перспективность использования суданской травы особенно проявляется в южных регионах страны, в которых наблюдается увеличение повторяемости сильных засух [2], приводящих к недостаточному увлажнению. В Гомельской области повторяемость сильных засух за весь период вегетации (май–октябрь) составила 37 %. Кроме этого, в данном регионе наиболее широко распространены почвы легкого гранулометрического состава. На долю дерново-подзолистых супесчаных почв приходится около 33 %, песчаных – около 47 % [3].

Для достижения полной реализации потенциала культуры размещение ее по полям должно осуществляться с учетом требований к агрохимическим показателям, характеризующим плодородие почв. Для этого целесообразно определить влияние агрохимических показателей почвы на урожайность суданской травы. Установление данных закономерностей позволит рационально использовать почвы под посевы суданской травы. Учитывая незначительную распространенность культуры и ограниченное количество исследований в Беларуси по изучению изменчивости продуктивности суданской травы при возделывании на почвах, характеризующихся различным плодородием, исследования по влиянию основных агрохимических показателей на урожайность культуры являются весьма

актуальными. Определение зависимостей между агрохимическими свойствами почвы, с одной стороны, и урожайностью зеленой массы суданской травы, с другой, является научной основой для установления, в последующем, оптимальных показателей, совершенствования системы применения удобрений и рационального использования сельскохозяйственных земель.

## МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в 2021–2022 гг. в 2 полевых опытах, заложенных на дерново-подзолистых супесчаных почвах, характеризующихся различными агрохимическими показателями. Содержание гумуса в пахотном горизонте почвы полевых экспериментов варьировалось от 1,6 до 3,0 %, охватывая группы со средним, повышенным и высоким содержанием [3]. Интервал вариабельности обменной кислотности почвы составил 5,1–7,2 ед., что обеспечило возможность изучения продуктивности культуры на почвах с кислотностью от кислых до слабощелочных. Содержание подвижных форм калия ( $K_2O$ ) изменялось в широком диапазоне от 83 до 495 мг/кг почвы – от низкого до очень высокого. Изменение подвижных форм фосфора ( $P_2O_5$ ) при этом было от повышенного 236 мг/кг почвы до очень высокого 490 мг/кг почвы. Опыты проводились в 3-кратной повторности с общей и учетной площадью делянок 10 м<sup>2</sup> и 4 м<sup>2</sup> соответственно.

Определение агрохимических показателей почвы выполнялось по следующим методикам: обменная кислотность – потенциометрическим методом [4], содержание гумуса – по Тюрину в модификации ЦИНАО [5], подвижных форм фосфора и калия – по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО [6].

В качестве объекта исследований использовали суданскую траву – сорт Довская мечта, входящий в государственный реестр сортов, допущенных для использования с 2014 г. во всех областях Республики Беларусь [7]. Технология выращивания культуры в полевом опыте соответствовала регламенту возделывания суданской травы [8].

Оценку урожайности зеленой массы проводили в несколько фаз укосной спелости: фазу начала выметывания (НВМ) и в фазу молочно-восковой спелости (МВС). Уборку урожая осуществляли вручную, поделаяночно, со взвешиванием массы с учетной площади.

Вегетационные периоды в годы проведения исследований характеризовались недостаточным количеством осадков. Обобщенный показатель влагообеспеченности – гидротермический коэффициент (ГТК) составлял 1,3 в первый год исследований и 0,9 – во второй, что позволяет утверждать о слабозасушливых и засушливых условиях возделывания культуры. При этом в 2021 г. от посева до начала выброса метелки ГТК не превышал 1,0 (условия засушливые), а до фазы молочно-восковой спелости находился на уровне 1,1 (условия слабозасушливые). В 2022 г. более увлажненным оказался вегетационный период до начала выметывания суданской травы (ГТК 1,3), чем до молочно-восковой спелости культуры (ГТК 1,0).

Корреляционный анализ для определения влияния агрохимических показателей почвы проводили используя 12 пар сравнения данных, полученных в вариантах без применения удобрений. Для оценки силы корреляционной связи использована шкала Чеддока, в соответствии с которой при коэффициенте корреляции  $r$  от 0,1 до 0,3 – связь характеризуется как слабая; при  $r$  от 0,3 до 0,5 – умеренная; от 0,5 до 0,7 – заметная; от 0,7 до 0,9 – высокая; от 0,9 до 1,0 – весьма высокая (сильная).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

За годы исследований урожайность зеленой массы суданской травы в фазу НВМ изменялась от 153 до 398 ц/га и среднем находилась на уровне 266 ц/га. В фазу МВС урожайность зеленой массы увеличилась в среднем в 1,4 раза, достигнув 367 ц/га при изменениях от 181 до 516 ц/га. Прирост урожайности зеленой массы при достижении растениями фазы МВС составил 27–169 ц/га, по сравнению с предыдущей учетной фазой развития культуры. Изменчивость урожайности была значительной, о чем свидетельствует коэффициент вариации, превышающий 30 %.

Анализ парной корреляционной связи, выполненной на основании данных полевых опытов, показал, что урожайность зеленой массы суданской травы зависит от агрохимических показателей почвы.

Так, установлена прямая корреляционная связь между значением  $pH_{KCl}$ , с одной стороны, и урожайностью зеленой массы, с другой. Определена высокая сила связи изучаемого показателя с урожайностью зеленой массы суданской травы и в фазу НВМ ( $r = 0,90$ ) и в фазу МВС ( $r = 0,84$ ). Кроме этого, зависимость прироста урожая зеленой массы, полученного от НВМ до МВС от обменной кислотности почвы оценивается коэффициентом корреляции 0,80. Причем, связь во всех случаях существенна как на 5 %-ном, так и на 1 %-ном уровне значимости. Следовательно, 80 % изменений урожайности зеленой массы в фазу НВМ зависит от уровня обменной кислотности почвы. В следующую фазу доля изменений, зависящих от данного фактора, снижается до 70 %.

На основании регрессионного анализа установлены уравнения регрессии, использование которых позволило определить среднюю прогнозируемую урожайность зеленой массы культуры в разные фазы ее развития при возделывании на дерново-подзолистых супесчаных почвах, характеризующихся различными основными агрохимическими показателями. На основании уравнения регрессии, описывающего связь урожайности зеленой массы с обменной кислотностью почвы, установлено изменение результирующего показателя при разных значениях влияющего, от 5 до 7 ед. (табл. 1).

Таблица 1

**Изменение урожайности зеленой массы суданской травы в разные фазы развития при различной степени кислотности дерново-подзолистой супесчаной почвы**

$pH_{KCl}$ , ед.	Урожайность зеленой массы, ц/га		
	НВМ	МВС	прирост
5	100	163	15
5,5	157	233	44
6	214	303	74
6,5	271	373	103
7	328	443	133

Анализ данных показал, что изменение  $pH_{KCl}$  на 0,1 ед. способствует увеличению сбора зеленых кормов с гектара посевов культуры, убранной в фазу НВМ, на 11 ц/га, в фазу МВС – на 14 ц/га. Прирост зеленой массы между фазами увеличивается на 6 ц/га.

Между содержанием в почве гумуса и урожайностью зеленой массы суданской травы, убранной в фазу НВМ, отмечена сильная корреляционная связь ( $r = 0,95$ ). При изменении уровня гумусированности дерново-подзолистой супесчаной почвы от 1,5 % до 3,5 % сбор зеленой массы с гектара посевов культуры увеличится со 152 до 438 ц/га (табл. 2).

Около 90 % изменений урожайности суданской травы в фазу НВМ обусловлены вариабельностью гумуса в почве. Каждый 0,1 % гумуса обеспечивает 14 ц/га зеленой массы в анализируемую фазу развития растений.

Анализируя связь между уровнем гумусированности почвы и приростом урожайности зеленой массы от НВМ до МВС, отмечено, что сила связи высокая ( $r = 0,77$ ) и существенна даже на 1%-ном уровне значимости. Рост аргумента на 0,1 % способствует увеличению прироста продуктивности культуры на 7 ц/га.

Таблица 2

**Изменение урожайности зеленой массы суданской травы в разные фазы развития при разном уровне содержания гумуса в дерново-подзолистой супесчаной почве**

Содержание гумуса, %	Урожайность зеленой массы, ц/га		
	НВМ	МВС	прирост
1,5	152	280	44
2	223	334	80
2,5	295	389	115
3	366	443	150
3,5	438	497	185

Определено, что продуктивность в фазу МВС в меньшей степени зависит от содержания гумуса в почве. Сила связи лишь заметная ( $r = 0,55$ ) и значима только на 5 % уровне. Значительно снижается и доля изменений результативного признака от изучаемого фактора и составляет всего около 30 %. И более низкая прибавка урожая зеленой массы в МВС (11 ц/га) обеспечивается за счет повышения уровня содержания гумуса на 0,1 %.

Анализ зависимости урожайности культуры при уборке в фазу НВМ от содержания в почве подвижных форм калия показал наличие высокой связи ( $r = 0,84$ ). Используя уравнение регрессии установлено, что в интервале содержания  $K_2O$  в почве 80–400 урожайность зеленой массы увеличится со 101 до 257 ц/га (табл. 3).

Таблица 3

**Изменение урожайности зеленой массы суданской травы в разные фазы развития при различном уровне содержания подвижных форм калия в дерново-подзолистой супесчаной почве**

Содержание $K_2O$ , мг/кг почвы	Урожайность зеленой массы, ц/га		
	НВМ	МВС	прирост
80	101	300	47
140	131	323	65
200	160	345	83
300	209	383	114
400	257	421	144

При этом увеличение уровня содержания  $K_2O$  на 10 мг/кг почвы, обеспечивает повышение продуктивности суданской травы на 5 ц/га. Сбор зеленой массы в фазу НВМ с гектара посевов суданской травы на 71 % зависит от уровня содержания  $K_2O$  в почве.

В фазу МВС сила корреляционной связи, также как и с уровнем содержания гумуса, ослабевает и характеризуется как умеренная ( $r = 0,50$ ). Доля зависимости снижается до 25 %. Урожайность зеленой массы в указанном выше диапазоне влияющего параметра прогнозируется на уровне 300–421 ц/га. И интенсивность повышения продуктивности культуры при увеличении содержания  $K_2O$  в почве на 10 мг/кг почвы снижается, составляя 4 ц/га.

Следовательно, можно предположить незначительную требовательность культуры как к уровню гумусированности почвы, так и к уровню содержания подвижных форм калия в почве в более поздние фазы развития.

Прирост зеленой массы от первой до второй фазы укосной спелости зависит от содержания калия в почве и повышается от 47 ц/га при низком содержании  $K_2O$  до 144 ц/га при высоком содержании.

Также установлена высокая корреляционная зависимость ( $r = 0,87$ ) между уровнем содержания подвижных форм фосфора в почве и урожайностью зеленой массы суданской травы, убранный в фазу НВМ. Определено, что около 76 % изменений урожайности в данную фазу обусловлено содержанием фосфора в почве. При изменениях уровня содержания  $P_2O_5$  в почве от 200 до 450 мг/кг почвы сбор зеленой массы с гектара посевов культуры будет повышаться со 128 до 353 ц/га (табл. 4).

При этом, повышение  $P_2O_5$  на 10 мг/кг почвы способствует росту урожайности зеленой массы в фазу НВМ на 9 ц/га.

При достижении фазы МВС урожайность культуры всего на 54 % зависит от содержания фосфора в почве. Сила связи при этом также высокая ( $r = 0,74$ ). Прибавка урожая, формируемая за счет увеличения  $P_2O_5$  в почве на 10 мг/кг, составляет 10 ц/га. При изменениях  $P_2O_5$  в диапазоне, указанном выше, урожайность зеленой массы в фазу МВС будет составлять 213–464 ц/га.

Таблица 4

**Изменение урожайности зеленой массы суданской травы в разные фазы развития при различном уровне содержания подвижных форм фосфора в дерново-подзолистой супесчаной почве**

Содержание $K_2O$ , мг/кг почвы	Урожайность зеленой массы, ц/га		
	НВМ	МВС	прирост
200	128	213	27
250	173	263	51
300	218	313	75
400	308	414	123
450	353	464	147

Доля изменения прироста урожайности от НВМ до МВС составляет 63 %. Фактическая прибавка урожая варьирует от 27 до 147 ц/га, обеспечивая прирост 5 ц/га по мере увеличения  $P_2O_5$  в почве на каждые 10 мг/кг почвы.

Установленные зависимости позволяют определить степень влияния каждого из агрохимических показателей на урожайность зеленой массы в разные фазы укосной спелости.

## ВЫВОДЫ

На урожайность зеленой массы суданской травы существенное влияние оказывают основные агрохимические показатели дерново-подзолистой супесчаной почвы. Установлена сильная связь урожайности зеленой массы в фазу начала выметывания со всеми изучаемыми показателями ( $pH_{KCl}$ , гумус,  $K_2O$ ,  $P_2O_5$ ). Сила связи между урожайностью зеленой массы в фазу молочно-восковой спелости ослабевает и значения коэффициентов корреляции снижаются.

За счет снижения обменной кислотности почвы на 0,1 ед. урожайность зеленой массы в фазу начала выметывания повышается на 11 ц/га, в фазу молочно-восковой спелости – на 14 ц/га. Повышение гумусированности почвы на 1 % обеспечивает рост сбора зеленой массы с гектара посевов суданской травы на 14 ц/га при уборке в первую укосную спелость и на 11 ц/га – при уборке во вторую. Увеличение уровня содержания  $K_2O$  и  $P_2O_5$  на 10 мг/кг почвы рост урожайности зеленой массы в фазу начала выметывания достигает 5 и 9 ц/га, а в фазу молочно-восковой спелости – 4 и 10 ц/га соответственно.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьяченко, В. В. Особенности семеноводства суданской травы в юго-западной части Центрального региона // Вл. В. Дьяченко, Вит. В. Дьяченко // Кормопроизводство. – № 1. – 2011. – С. 34–36.
2. Пространственно-временные изменения почвенных засух на территории Белорусского Полесья в условиях современного изменения климата / В. И. Мельник [и др.] // Природные ресурсы. – 2021. – № 1. – С. 15–21.
3. Справочник агрохимика / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т почвоведения и агрохимии; В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапа. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 260 с.
4. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение pH по методу ЦИНАО: ГОСТ 26483–85. – Введ. 1986.07.01. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 4 с.
5. Почвы. Определение органического вещества в модификации ЦИНАО: ГОСТ 26212–91. – Введ. 1993.07.01. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 6 с.
6. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО: ГОСТ 26207–91. – Введ. 1993.07.01. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 6 с.
7. Государственный реестр сортов [Электронный ресурс] / М-во сельского хозяйства и продовольствия РБ, Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений; отв. ред. В. А. Бейня. – Минск. 2020. – Режим доступа: [http://img/gosudarstvennyu\\_reyestr\\_2021.pdf](http://img/gosudarstvennyu_reyestr_2021.pdf). – Дата доступа: 01.02.2022.
8. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.]. – 3-е изд. – Минск: Беларуская навука, 2014. – 288 с.

**CHANGES IN THE YIELD OF GREEN MASS OF SUDANGRASS  
DEPENDING ON AGROCHEMICAL PARAMETERS  
OF SOD-PODZOLIC SANDY LOAMY SOIL**

**G. V. Sedukova, N. V. Kristova, S. A. Isachenko**

**Summary**

The article presents correlations between the yield of green mass of Sudangrass harvested in the phase of the beginning of the heading and in the phase of milky-wax ripeness, on the one hand, and the main agrochemical parameters (exchangeable acidity  $pH_{KCl}$ , humus content,  $K_2O$ ,  $P_2O_5$ ), on the other hand. The strength of the relationship between each of the indicators is shown.

Based on the established trend lines and regression equations, the quantitative parameters of the change in the yield of green mass of Sudangrass in different phases of cutting ripeness were determined with a change in the values of influencing factors. Were calculated predicted yield of green mass and the intensity of its growth between the phases of crop development with the variability of agrochemical parameters of sod-podzolic sandy loamy soil.

*Поступила 31.05.2023*