

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ПИТАТЕЛЬНУЮ ЦЕННОСТЬ СОРГОВЫХ КУЛЬТУР

✉ Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В.

Аграрный научный центр «Донской»
Ростовская область, г. Зерноград, Россия
✉ e-mail: n-beseda@mail.ru

Снижение урожайности из-за засухи происходит довольно часто. Потери урожая могут составлять до 60,0%. Особенно это касается кормовых культур. Цель данной работы – выявить зависимость урожайности и качества зеленой массы сорговых культур от влагообеспеченности в период вегетации растений. В качестве объектов исследования использованы суданская трава сорта Алиса, сорго сахарное сорта Южное, а также сорго-суданковый гибрид сорта Густолистный. Исследования проводили в Ростовской области. Почва опытного участка – обыкновенный карбонатный чернозем. Для изучения изменчивости продуктивности и питательных качеств были взяты года с уровнем гидротермического коэффициента (ГТК) от 0,34 до 0,88 с интервалом 0,8–1,2 (2018–2022 гг.). Закладку опытов осуществляли согласно методике государственного сортоиспытания. При повышении ГТК с 0,34 до 0,88 прослеживалась тенденция к увеличению урожайности зеленой массы на 23,3–35,0% и снижению содержания протеина на 41,8–55,54%. Выявлена отрицательная связь количества сырого протеина с величиной ГТК ($r = -0,78...-0,92$). Сбор переваримого протеина снижался на 22,22–31,03% при росте уровня влагообеспеченности. Наибольшее среднее значение отмечено у сорго-суданкового гибрида (0,70 т/га) и сорго сахарного (0,71 т/га). Коэффициент варьирования по содержанию клетчатки имел значения 2,16–5,42%, что свидетельствует о слабой изменчивости признака по годам, а следовательно, о слабой зависимости от уровня влагообеспеченности, что подтверждается корреляционным анализом ($r = -0,03...0,32$). Наибольшее значение обменной энергии в наших исследованиях отмечено у сорго-суданкового гибрида (10,42–10,80 МДж/кг). При этом не выявлено зависимости данного показателя, как и суммы кормовых единиц, от уровня влагообеспеченности. Наибольшая обеспеченность 1 корм. ед. переваримым протеином зафиксирована у сорго сахарного (83,4 г). Обнаружена тенденция к снижению данного показателя на 22,6–42,5% по мере увеличения уровня ГТК ($r = -0,69...-0,90$).

Ключевые слова: суданская трава, сорго-суданковый гибрид, сорго сахарное, протеин, клетчатка, обменная энергия, качество, урожайность

THE EFFECT OF THE MOISTURE AVAILABILITY RATE ON THE PRODUCTIVITY AND NUTRITIONAL VALUE OF SORGHUM CROPS

✉ Kovtunova N.A., Kovtunov V.V.

Agricultural Research Center "Donskoy"
Zernograd, Rostov region, Russia
✉ e-mail: n-beseda@mail.ru

Productivity reduced by drought is quite common. There can be up to 60.0% of the harvest losses. This is especially true for forage crops. The purpose of the current work was to identify the dependence of productivity and quality of green mass of sorghum crops on moisture availability during a vegetation period of plants. Sudan grass variety Alice, sugar sorghum variety Yuzhnoye, and sorghum-sudangrass hybrid variety Gustolistny were used as research objects. The study was carried out in the Rostov region. The soil of the experimental plot was ordinary carbonate black earth (chernozem). In order to study the variability of productivity and nutritional qualities, the years with the HTC level from 0.34 to 0.88 with an interval of 0.8–1.2 (2018–2022) were taken into account. The trials were conducted according to the methodology of the State Variety Testing. When the HTC increased from 0.34 to 0.88, there was a tendency to improve green mass productivity by 23.3–35.0% and decrease the protein percentage by 41.80–55.54%. A negative relationship between the amount of crude protein and the HTC value was revealed ($r = -0.78...-0.92$). The digestible protein yield decreased

by 22.22–31.03% with increasing moisture content. The largest mean value was identified for the sorghum-sudangrass hybrid with 0.70 t/ha and the sweet sorghum variety with 0.71 t/ha. The variation coefficient of fiber content was 2.16–5.42%, which indicated weak variability of the trait over the years, and, consequently, a weak dependence on the moisture availability rate, which was confirmed by the correlation analysis ($r = -0.03 \dots 0.32$). The largest value of the metabolic energy was found in the sorghum-sudangrass hybrid (10.42–10.80 MJ/kg). At the same time, there was no dependence of this indicator, as well as the amount of feed units, on the moisture availability rate. The highest amount of digestible protein per feed unit was identified in sweet sorghum (83.4 g). A tendency to decrease this indicator by 22.6–42.5% was found as the HTC level increased ($r = -0.69 \dots -0.90$).

Keywords: Sudan grass, sorghum-sudangrass hybrid, sweet sorghum, protein, fiber, metabolic energy, quality, productivity

Для цитирования: Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В. Влияние уровня влагообеспеченности на урожайность и питательную ценность сорговых культур // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2024. Т. 54. № 2. С. 22–30. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2024-2-3>

For citation: Kovtunova N.A., Kovtunov V.V. The effect of the moisture availability rate on the productivity and nutritional value of sorghum crops. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2024, vol. 54, no. 2, pp. 22–30. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2024-2-3>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Благодарность

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»» (тема № 0505-2022-0003).

Acknowledgements

The work was carried out within the framework of the state assignment of FSBSI "Agrarian Scientific Center "Donskoy" (theme No. 0505-2022-0003).

ВВЕДЕНИЕ

Для развития животноводства в первую очередь необходимо создать прочную кормовую базу. В засушливых условиях одним из путей, позволяющих стабилизировать объем и качество кормов, является расширение посевных площадей сельскохозяйственных культур, способных использовать запасы зимней влаги в почве и давать стабильные урожаи в самых экстремальных условиях. Особое внимание следует уделить сорго – засухоустойчивой культуре, которая при недостатке влаги не только оказывается более урожайной, чем кукуруза, но и имеет показатели качества наравне с ней [1]. Это универсальная культура, применяемая для кормления всех видов животных в форме как концентрированных, так и объемистых кормов. Зеленая масса сорго по содержанию питательных веществ не уступает однолетним культурам и может использоваться на силос,

сенаж, сено, зеленый корм, травяную муку, выпас [2].

Несмотря на научно-технический прогресс, множество исследований и разработок, зависимость урожайности сельскохозяйственных культур и качества полученной продукции от почвенно-климатических условий остается значительной. Согласно данным Н.Ф. Дёминой [3], доля сорта в приросте урожая составляет от 25,0 до 40,0%, остальное определяется такими внешними факторами, как температурный режим, количество осадков, интенсивность солнечного освещения, продолжительность светового дня, устойчивость к болезням, вредителям и т.д. По результатам исследований Л.И. Сторожик, влияние условий произрастания, сложившихся в определенный год, на продуктивность сорго сахарного составляет 12,3%. Так, при гидротермическом коэффициенте (ГТК) 1,1 урожайность зеленой массы составила 59,4 т/га, при ГТК 0,9 она достигла 53,3 т/га¹. Сниже-

¹Сторожик Л.И. Продуктивность сорго сахарного как источника по производству жидкого биотоплива в совместных посевах с другими культурами // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2014. № 3 (3). С. 79–84.

ние урожайности из-за засухи считается довольно частым явлением. Потери могут составлять до 60,0% урожая [4]. Особенно это касается кормовых культур, у которых именно во влажных условиях происходит усиленный рост вегетативной массы.

Установлено, что в условиях засухи отмечается увеличение содержания протеина, но снижается его усвояемость [5]. В исследованиях Г.В. Седуковой с соавт. [6] при увеличении ГТК с 0,9 до 1,9 содержание сырого протеина и клетчатки изменялось слабо – с 11,41 до 11,29% и с 31,43 до 29,39% соответственно. В целом вопросу изменения качества зеленой массы сорго уделяется недостаточное внимание. Поэтому изучение влияния условий вегетации на показатели питательности кормов, в данном случае зеленой массы, представляет научный и практический интерес и является актуальным.

Цель данной работы – установить зависимость урожайности и качества зеленой массы сорговых культур от влагообеспеченности в период вегетации. Соответственно указанной цели были поставлены следующие задачи:

1. Оценить уровень влагообеспеченности в период вегетации сорго и выделить контрастные по данному показателю годы исследования.

2. Выявить изменения показателей питательности и урожайности у сортов и гибрида сорго при разных гидротермических коэффициентах.

3. Провести корреляционный анализ основных хозяйственно ценных признаков сорговых культур и ГТК.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объекты исследования – суданская трава сорта Алиса, сорго сахарное сорта Южное, а также сорго-суданковый гибрид сорта Густолистный, созданные в Аграрном научном центре «Донской».

Исследование проводили в Ростовской области. Почвенный покров – обыкновенный карбонатный чернозем. Характеристики почвы: рН 7,3; содержание гумуса – 3,36%; P_2O_5 – 24,4 мг/кг почвы; K_2O – 360 мг/кг [7].

Ранее было установлено, что при ГТК менее 0,4 наблюдается очень сильная засуха, 0,4–0,5 – сильная засуха, 0,5–0,7 – средняя засушливость, 0,7–1,0 – недостаточная увлажненность². Для изучения изменчивости продуктивности и питательных качеств нами были взяты года с уровнем ГТК от 0,34 до 0,88 с интервалом 0,8–1,2. Такой диапазон позволяет охватить различные условия (от сильной засухи до недостаточной увлажненности) и провести всестороннюю оценку. Так, в 2018 г. при ГТК = 0,34 отмечена очень сильная засуха, в 2022 г. при ГТК = 0,52 – средняя засушливость, в 2019 г. при ГТК = 0,70 – недостаточная увлажненность, в 2020 г. при ГТК = 0,88 – недостаточная увлажненность.

Обработку почвы, уход за посевами и закладку опытов осуществляли в соответствии с методикой государственного сортоиспытания³. Определение содержания сырого протеина проводили по методу Кьельдаля (ГОСТ 53951–2010), сырого жира – по количеству обезжиренного остатка методом С.Р. Рушковского (ГОСТ 31700–2012), сырой клетчатки – по Геннебергу и Штомману (ГОСТ 31675–2012).

Для статистического анализа полученных данных использовали методики, изложенные Б.А. Доспеховым⁴.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Урожайность – основной показатель ценности сортов, гибридов и линий всех сельскохозяйственных культур без исключения [8]. В среднем за годы изучения отмечена следующая наибольшая урожайность: у сорго-суданкового гибрида – 45,5 т/га, у суданской травы – 33,3 т/га, у сорго сахарного –

²Справочник эколого-климатических характеристик г. Москвы / под ред. А.А. Исаева. М., 2005. Т. 2. 412 с.

³Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур // Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М., 1989. Вып. 2. 194 с.

⁴Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.

32,0 т/га. При этом у всех сорговых культур прослеживается тенденция к увеличению данного показателя при повышении ГТК с 0,34 до 0,88, т.е. на 23,3–35,0% (см. табл. 1).

По данным 2016–2022 гг. установлено, что урожайность имеет тесную положительную корреляционную связь с ГТК ($r = 0,77–0,91$). При повышении ГТК на 0,1 урожайность суданской травы увеличивается на 2,05 т/га, сорго-суданкового гибрида – на 3,78 т/га, сорго сахарного – на 1,74 т/га (см. рис. 1).

Эти данные согласуются с ранее проведенными исследованиями Н.А. Ковтуновой и Г.Я. Кривошеева, согласно которым наибольший вклад в изменчивость урожайности сорго и кукурузы вносит фактор «условия возделывания». Урожайность зеленой массы суданской травы в первом укосе имела тесную

положительную связь с количеством осадков за период всходы – выметывание ($r = 0,78$) [9]. Между продуктивностью гибридов кукурузы и значениями ГТК выявлены средние положительные корреляции ($r = 0,64–0,74$) [10].

Главная роль в системе комплексной оценки принадлежит протеину. Его дефицит в рационе животных ведет к уменьшению продуктивности и ухудшению его качества, замедлению роста животных и, соответственно, увеличению продолжительности их откорма. Для развития животноводства необходимо повышение в кормах содержания белка. Установлено, что урожайность зеленой массы и содержание сырого протеина в сухом веществе у суданской травы сорта Алиса и сорго-суданкового гибрида сорта Густолистный имеют среднюю отрицательную связь

Табл. 1. Изменение показателей питательной ценности сорговых культур при разной величине гидротермического коэффициента

Table 1. Changes in the nutritional value of sorghum crops at different value of the hydrothermal coefficient

| Показатель | ГТК | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|
| | 0,34 | 0,52 | 0,70 | 0,88 |
| <i>Суданская трава, сорт Алиса</i> | | | | |
| Урожайность зеленой массы, т/га | 30 | 32 | 34 | 37 |
| Содержание сырого протеина, % | 12,36 | 8,95 | 8,12 | 7,20 |
| Сбор переваримого протеина, т/га | 0,52 | 0,50 | 0,45 | 0,37 |
| Сумма кормовых единиц | 91,80 | 97,40 | 94,40 | 95,60 |
| Обеспеченность 1 корм. ед. переваримым протеином, г | 56,60 | 51,30 | 42,40 | 38,20 |
| Содержание сырой клетчатки, % | 33,46 | 35,03 | 31,75 | 30,32 |
| Обменная энергия, МДж/кг | 9,31 | 9,83 | 9,56 | 9,49 |
| <i>Сорго-суданковый гибрид, сорт Густолистный</i> | | | | |
| Урожайность зеленой массы, т/га | 40 | 42 | 46 | 54 |
| Содержание сырого протеина, % | 14,89 | 10,04 | 8,54 | 7,13 |
| Сбор переваримого протеина, т/га | 0,87 | 0,70 | 0,62 | 0,60 |
| Сумма кормовых единиц | 103,50 | 105,10 | 104,50 | 103,50 |
| Обеспеченность 1 корм. ед. переваримым протеином, г | 84,00 | 66,60 | 57,40 | 48,30 |
| Содержание сырой клетчатки, % | 29,20 | 30,58 | 30,95 | 30,17 |
| Обменная энергия, МДж/кг | 10,44 | 10,80 | 10,75 | 10,42 |
| <i>Сорго сахарное, сорт Южное</i> | | | | |
| Урожайность зеленой массы, т/га | 27 | 33 | 33 | 35 |
| Содержание сырого протеина, % | 14,80 | 8,64 | 8,51 | 8,22 |
| Сбор переваримого протеина, т/га | 0,81 | 0,72 | 0,63 | 0,68 |
| Сумма кормовых единиц | 83,70 | 84,60 | 84,10 | 88,60 |
| Обеспеченность 1 корм. ед. переваримым протеином, г | 96,80 | 85,10 | 74,90 | 76,70 |
| Содержание сырой клетчатки, % | 39,15 | 35,14 | 37,63 | 39,88 |
| Обменная энергия, МДж/кг | 8,54 | 8,64 | 8,57 | 8,73 |

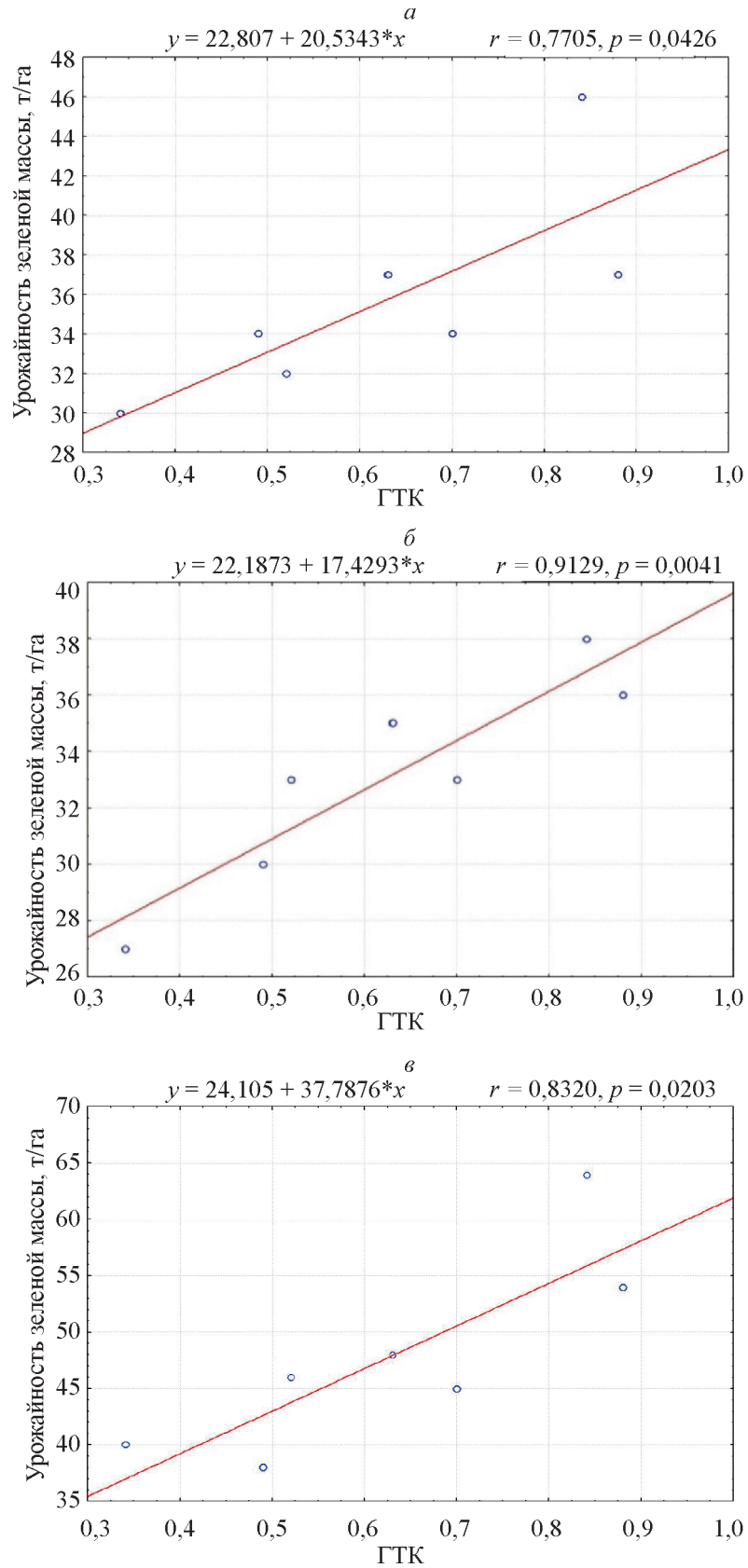


Рис. 1. Зависимость урожайности зеленой массы от величины ГТК:
a – суданская трава; *б* – сорго-суданковый гибрид; *в* – сорго сахарное
Fig. 1. Dependence of green mass yield on the HTC:
a – sudan grass; *б* – sorghum-sudangrass hybrid; *в* – sweet sorghum

($r = -0,56 \pm 0,37$ и $-0,65 \pm 0,34$ соответственно), у сорго сахарного сорта Южное – сильную отрицательную ($r = -0,89 \pm 0,20$). Данный показатель имеет отрицательную

связь с ГТК ($r = -0,78 \dots -0,92$). Увеличение ГТК на 0,1 сопровождается снижением содержания сырого протеина на 0,82–1,22% (см. рис. 2).

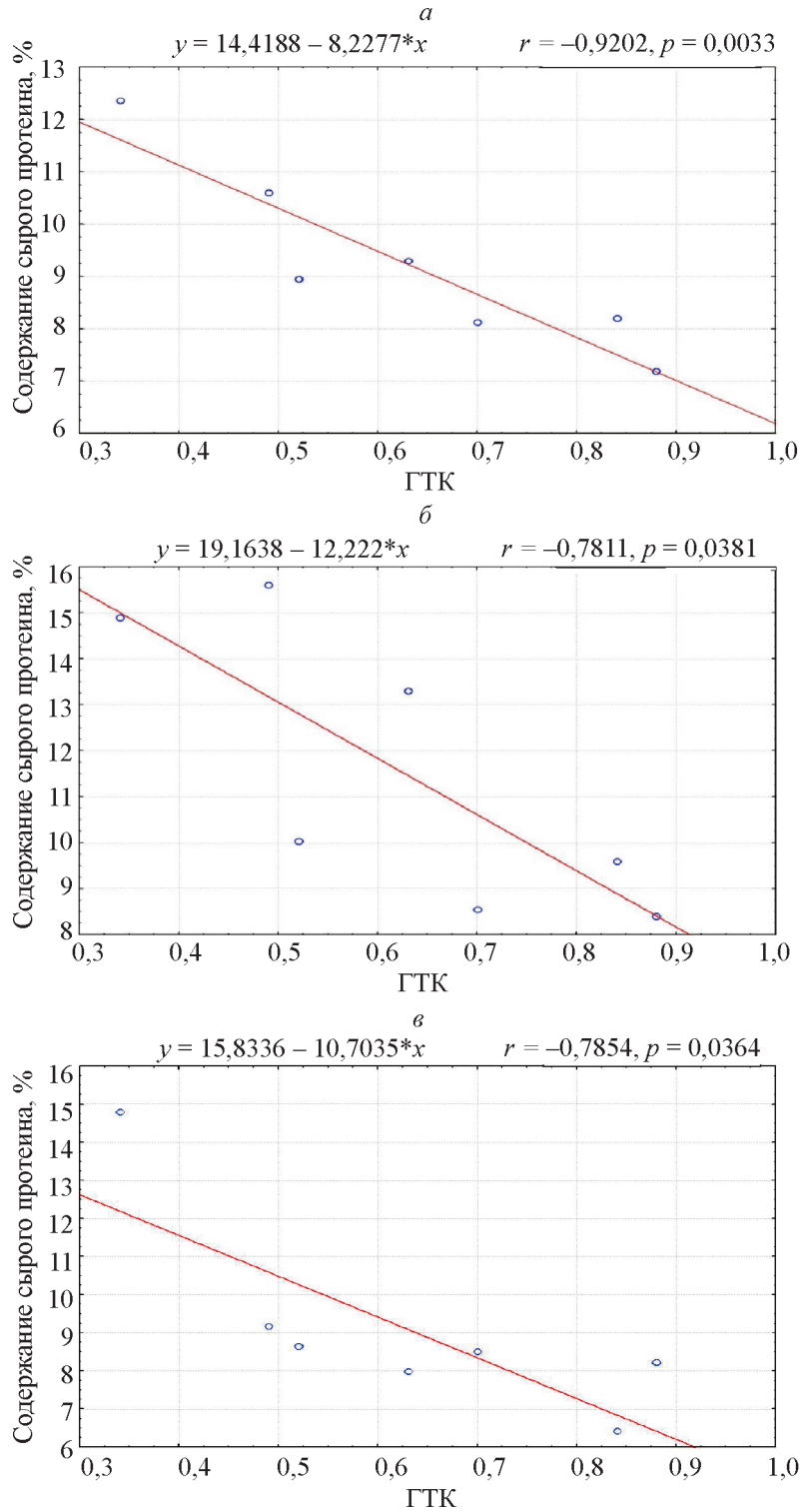


Рис. 2. Зависимость содержания сырого протеина от величины ГТК:
а – суданская трава; *б* – сорго-суданковый гибрид; *в* – сорго сахарное
Fig. 2. Dependence of crude protein content on HTC:
a – sudan grass; *b* – sorghum-sudangrass hybrid; *v* – sweet sorghum

Согласно табл. 1, повышение ГТК с 0,34 до 0,88 приводит к снижению концентрации протеина у суданской травы на 41,8% (с 12,36 до 7,20%), у сорго-суданкового гибрида – на 52,12% (с 14,89 до 7,13%), у сорго сахарного – на 55,54% (с 14,80 до 8,22%). В среднем наибольший показатель отмечен у сорго-суданкового гибрида – 10,15%.

Содержание сырого протеина в 1 кг злаковых трав не должно быть ниже 13,0%, количество сухого вещества должно быть не менее 20,0%⁵. В наших исследованиях этим требованиям отвечали сорго-суданковый гибрид и сорго сахарное при ГТК 0,34 (14,89 и 14,80% соответственно).

Сбор переваримого протеина – важный показатель качества при характеристике сортов и гибридов, зависящий от урожайности зеленой массы и содержания сухого вещества. Согласно табл. 1, данный показатель снижается на 22,22–31,03% при увеличении уровня влагообеспеченности. Наибольшее среднее значение отмечено у сорго-суданкового гибрида и сорго сахарного – 0,70 и 0,71 т/га соответственно.

Содержание клетчатки в сухом веществе зеленой массы является одним из показателей питательности корма. В исследованиях И. Голубиновой с соавт. [11] установлено, что содержание протеина в зеленой массе суданской травы имеет отрицательную корреляцию с содержанием клетчатки ($r = -0,51 \dots -0,99$).

Согласно проведенному нами исследованию, содержание клетчатки у суданской

травы и сорго-суданкового гибрида варьировало в пределах 31,0–35,0%, у сорго сахарного этот показатель был выше – 35,0–40,0%. Коэффициент варьирования имел значения 2,16–5,42%, что указывает на слабую изменчивость признака по годам, а следовательно, и на слабую зависимость от уровня влагообеспеченности. Это подтверждается и корреляционным анализом. Коэффициент корреляции содержания сырой клетчатки и ГТК свидетельствует об отсутствии связи у суданской травы ($r = -0,03$), о слабой положительной связи у сорго-суданкового гибрида и сорго сахарного ($r = 0,32$ и $0,26$ соответственно) (см. табл. 2).

В сухом веществе объемистых кормов для крупного рогатого скота должно содержаться 10–11 МДж/кг обменной энергии. Наибольшая величина обменной энергии в наших исследованиях отмечена у сорго-суданкового гибрида (10,42–10,80 МДж/кг), наименьшая – у сорго сахарного (8,54–8,73 МДж/кг). При этом не выявлено зависимости данного показателя, как и суммы кормовых единиц, от уровня влагообеспеченности.

В настоящее время отмечается снижение качества кормов в нашей стране, в частности их протеиновой питательности. По всем группам кормов обеспеченность 1 корм. ед. протеином не превышает 80–90 г (норма – 105–110 г), что делает их низкопротеиновыми⁶. По результатам исследований, наибольшее значение данного показателя зафиксировано у сорго сахарного (83,4 г). Кроме того,

Табл. 2. Корреляционная связь урожайности и показателей качества зеленой массы с ГТК у сорговых культур

Table 2. Correlation between yield and quality indicators of green mass with HTC in sorghum crops

| Культура | Урожайность зеленой массы | Содержание сырого протеина | Сбор переваримого протеина | Содержание сырой клетчатки | Сумма кормовых единиц | Обеспеченность 1 корм. ед. переваримым протеином | Обменная энергия |
|-------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|--|------------------|
| Суданская трава | 0,77 | -0,92 | -0,61 | -0,03 | -0,36 | -0,69 | 0,09 |
| Сорго-суданковый гибрид | 0,83 | -0,78 | -0,50 | 0,32 | 0,62 | -0,87 | 0,45 |
| Сорго сахарное | 0,91 | -0,78 | -0,90 | 0,26 | 0,08 | -0,90 | 0,69 |

⁵Методические указания по оценке качества и питательности кормов. М., 2002. 75 с.

⁶Косолапов В.М., Трофимов И.А., Шевцов А.В. Инновационная система кормопроизводства России // Техника и технологии в животноводстве. 2012. № 1 (5). С. 42–52.

выявлена тенденция к снижению на 22,62–42,5% уровня обеспеченности 1 корм. ед. переваримым протеином по мере увеличения ГТК. Корреляционный анализ подтверждает полученные данные ($r = -0,69 \dots -0,90$), что свидетельствует об обратной сильной зависимости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У всех сорговых культур прослеживается тенденция к увеличению урожайности зеленой массы на 23,3–35,0% при повышении ГТК с 0,34 до 0,88 ($r = 0,77-0,91$). Повышение ГТК с 0,34 до 0,88 приводит к снижению содержания протеина у суданской травы на 41,8% (с 12,36 до 7,20%), у сорго-суданского гибрида – на 52,12% (с 14,89 до 7,13%), у сорго сахарного – на 55,54% (с 14,80 до 8,22%). Выявлена отрицательная связь признака с ГТК ($r = -0,78 \dots -0,92$). Сбор переваримого протеина снижается на 22,22–31,03% при росте уровня влагообеспеченности. Коэффициент варьирования содержания клетчатки достигал 2,16–5,42%, что указывает на слабую изменчивость признака по годам, а следовательно, слабую зависимость от уровня влагообеспеченности, что подтверждается корреляционным анализом ($r = -0,03 \dots 0,32$). По результатам исследования, наибольшая обеспеченность 1 корм. ед. переваримым протеином зафиксирована у сорго сахарного – 83,4 г. Выявлена тенденция к снижению данного показателя на 22,62–42,5% по мере увеличения ГТК ($r = -0,69 \dots -0,90$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Shkodina E.P., Balun O.V., Kapustin S.I., Volodin A.B., Kapustin A.S.* Agroecological testing of sugar sorghum, sudanese grass and sorghum-sudanese hybrids in the natural conditions of the Novgorod region // *Indo American journal of pharmaceutical science*. 2019. Vol. 6. N 7. P. 13810–13815. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.4.531-541.
2. *Романюкин А.Е., Шишова Е.А., Ковтунова Н.А., Ермолина Г.М.* Признаковая и генетическая коллекция скороспелых форм сахарного сорго // *Аграрный вестник Урала*. 2016. № 7 (149). С. 46–50.
3. *Дёмина Н.Ф.* Влияние погодных условий на урожайность и качество яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022. № 4. С. 433–440. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.4.433-440.
4. *Zahra N., Farooq M., Siddique K.H.M.* Strategies for improving water use efficiency in dryland agroecosystems // *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*. 2021. N 8 (4). P. 599. DOI: 10.1155/2012/238634.
5. *Abreha K.B., Enyew M., Carlsson A.S., Vetukuri R.R., Feyissa T., Motlhaodi T., Geleta M.* Sorghum in dryland: morphological, physiological, and molecular responses of sorghum under drought stress // *Planta*. 2021. Vol. 255 (1). P. 20. DOI: 10.1007/s00425-021-03799-7.
6. *Седукова Г.В., Кристова Н.В., Подоляк С.Л.* Питательная ценность зеленой массы сорго сахарного, сорго-суданского гибрида, суданской травы в юго-восточной части Беларуси // *Земледелие и селекция в Беларуси*. 2022. № 58. С. 249–255.
7. *Метлина Г.В., Васильченко С.А., Ковтунов В.В.* Расход влаги сортами сорго зернового в зависимости от норм высева и способов посева в условиях южной зоны Ростовской области // *Зерновое хозяйство России*. 2022. Т. 14. № 6. С. 97–102. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-83-6-97-102.
8. *Tesfa M., Zewotir T., Derese S.A., Belay D.B., Laing M.* Genotype Selection for Grain Yield of Sorghum through Generalized Linear Mixed Model // *Agronomy*. 2023. N 13 (3). P. 852. DOI: 10.3390/agronomy13030852.
9. *Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В., Романюкин А.Е., Ермолина Г.М.* Урожайность сорго травянистого в зависимости от метеорологических условий // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022. Т. 23. № 3. С. 334–342. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.3.334-342.
10. *Кривошеев Г.Я., Шевченко Н.А.* Влияние гидротермического коэффициента на продуктивность гибридов кукурузы различных групп спелости // *Зерновое хозяйство России*. 2020. № 2. С. 8–12. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-8-12.
11. *Golubinova I., Naydenova Y., Enchev S., Kikindonov T., Ilieva A., Marinov-Serafimov P.* Biochemical Evaluation of Forage Quality from Mutant Forms Sudan Grass (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) // *Journal of Ecology and Environment Sciences*. 2016. Vol. 15. N 4. P. 44–51.

REFERENCES

1. Shkodina E.P., Balun O.V., Kapustin S.I., Volodin A.B., Kapustin A.S. Agroecological testing of sugar sorghum, sudanese grass and sorghum-sudanese hybrids in the natural conditions of the Novgorod region. *Indo American journal of pharmaceutical science*, 2019, vol. 6, no. 7, pp. 13810–13815. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.4.531-541.
2. Romanyukin A.E., Shishova E.A., Kovtunova N.A., Ermolina G.M. Trait and genetic collection of the early maturing forms of sweet sorghum. *Agrarnyi vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*, 2016, no. 7 (149), pp. 46–50. (In Russian).
3. Demina N.F. Influence of weather conditions on the yield and quality of spring wheat grain in the forest-steppe of the middle Volga region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*, 2022, no. 4, pp. 433–440. (In Russian). DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.4.433-440.
4. Zahra N., Farooq M., Siddique K.H.M. Strategies for improving water use efficiency in dryland agroecosystems. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 2021, no. 8 (4), p. 599. DOI: 10.1155/2012/238634.
5. Abreha K.B., Enyew M., Carlsson A.S., Vetukuri R.R., Feyissa T., Motlhaodi T., Geleta M. Sorghum in dryland: morphological, physiological, and molecular responses of sorghum under drought stress. *Planta*, 2021, vol. 255 (1), p. 20. DOI: 10.1007/s00425-021-03799-7.
6. Sedukova G.V., Kristova N.V., Podolyak S.L. Nutritional value of green mass of sweet sorghum, sorghum-Sudan hybrid, Sudan grass in the south-eastern part of Belarus. *Zemledelie i selektsiya v Belarusi = Arable farming and plant breeding in Belarus*, 2022, no. 58, pp. 249–255. (In Russian).
7. Metlina G.V., Vasil'chenko S.A., Kovtunov V.V. Moisture consumption by grain sorghum varieties depending on seeding rates and sowing methods in the southern part of the Rostov region. *Zernovoe hozyajstvo Rossii = Grain Economy of Russia*, 2022, vol. 14, no. 6, pp. 97–102. (In Russian). DOI: 10.31367/2079-8725-2022-83-6-97-102.
8. Tesfa M., Zewotir T., Derese S.A., Belay D.B., Laing M. Genotype Selection for Grain Yield of Sorghum through Generalized Linear Mixed Model. *Agronomy*, 2023, no. 13 (3), p. 852. DOI: 10.3390/agronomy13030852.
9. Kovtunova N.A., Kovtunov V.V., Romanyukin A.E., Ermolina G.M. Sudan grass productivity depending on meteorological conditions. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*, 2022, vol. 23, no. 3, pp. 334–342. (In Russian). DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.3.334-342.
10. Krivosheev G.Ya., Shevchenko N.A. The effect of hydrothermal coefficient on productivity of maize hybrids of various groups of ripeness. *Zernovoe hozyajstvo Rossii = Grain Economy of Russia*, 2020, no. 2, pp. 8–12. (In Russian). DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-8-12.
11. Golubina I., Naydenova Y., Enchev S., Kinkindonov T., Ilieva A., Marinov-Serafimov P. Biochemical Evaluation of Forage Quality from Mutant Forms Sudan Grass (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.). *Journal of Ecology and Environment Sciences*, 2016, vol. 15, no. 4, pp. 44–51.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Ковтунова Н.А.**, кандидат сельскохозяйственных наук; **адрес для переписки:** Россия, 347740, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Научный городок, 3; e-mail: n-beseda@mail.ru

Ковтунов В.В., кандидат сельскохозяйственных наук

AUTHOR INFORMATION

✉ **Natalya A. Kovtunova**, Candidate of Science in Agriculture; **address:** 3, Nauchny gorodok St., Zernograd, Rostov region, 347740, Russia; e-mail: n-beseda@mail.ru

Vladimir V. Kovtunov, Candidate of Science in Agriculture

Дата поступления статьи / Received by the editors 28.11.2023
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 01.02.2024
Дата публикации / Published 20.03.2024