

6. Результаты кадастровой оценки сельскохозяйственных земель Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь. – Минск. – Режим доступа: http://gki.gov.by/ru/rezultaty_kadastrovoj_osenki/. – Дата доступа 28.01.2020.
7. Валовой сбор и урожайность сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных организациях по областям и районам в 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 гг. – Минск, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019.
8. Посевные площади сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных организациях по областям и районам в 2018 году. – Минск, 2019.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

УДК 633.174:631.53.02

Влияние метеорологических условий на семенную продуктивность суданской травы в условиях юго-западной части Беларуси

Е. М. Чирко, кандидат с.-х. наук, Т. В. Гончаревич, младший научный сотрудник
Брестская ОСХОС НАН Беларуси

(Дата поступления статьи в редакцию 04.01.2020 г.)

В статье приведены результаты исследований по изучению зависимости семенной продуктивности суданской травы от гидротермических условий, складывающихся в период вегетации культуры в условиях дерново-подзолистых супесчаных почв юго-западной части республики.

Введение

Проблема глобального изменения климата становится все более актуальной, поскольку затрагивает практически все сферы жизнедеятельности человека. Сельское хозяйство является одной из отраслей производства, где климатическая изменчивость проявляется в наибольшей степени, в частности для растениеводства [1]. Ввиду явных изменений основных климатических характеристик произошло изменение границ агроклиматических зон, которые выделены по периоду активной вегетации – суммы температур воздуха выше 10 °С. Северная агроклиматическая область разделилась на две части, а на юге Белорусского Полесья образовалась новая, более теплая агроклиматическая область [2].

Рост температур, уменьшение количества осадков, увеличение повторяемости и продолжительности засушливых периодов, выпадение осадков в виде ливней при шквалистом усилении ветра негативно отражается на урожайности сельскохозяйственных культур и на качестве продукции. В данном случае повысить эффективность производства возможно не только за счет высокой культуры земледелия, но и за счет грамотного подбора культур и сортов и их рационального размещения по территории республики с учетом агроклиматических зон, что, в конечном итоге, позволит минимализировать негативное воздействие факторов погоды.

Расширение спектра культур, используемых в сельскохозяйственном производстве, должно вестись за счет видов, обладающих комплексом хозяйственно полезных признаков, главными из которых являются экологическая пластичность, высокая продуктивность, универсальность использования, сбалансированность питательной ценности, высокий коэффициент размножения при устойчивом семеноводстве, слабое поражение болезнями и вредителями, достаточно высокая холодостойкость и засухоустойчивость [3]. Увеличение

The article presents the results of studies on the dependence of seed productivity of Sudanese grass on hydrothermal conditions that develop during the growing season of crops in sod-podzolic sandy loamy soils of the southwestern part of the republic.

в структуре посевных площадей доли более теплолюбивых и засухоустойчивых культур, таких как просо, чумиза, диплоидная рожь, лядвенец, люцерна, донник, озимая сурепица, сорговые и др., является одним из направлений по адаптации сельскохозяйственного сектора республики к климатическим изменениям [4].

Среди большого набора однолетних трав, используемых для производства грубых, сочных и искусственно обезвоженных кормов, особая роль принадлежит суданской траве. Интенсификация животноводства одновременно требует увеличения производства более дешевых кормов, но высокого качества.

При соблюдении технологических норм выращивания суданская трава способна формировать до 500–600 ц/га зеленой массы, 125–135 ц/га сена. В 100 кг зеленой массы содержится до 3 кг переваримого протеина, а сено по своей питательности уступает только сену из бобовых трав. По содержанию каротина она почти вдвое превосходит кукурузу, овес и озимую рожь [5]. Она считается лучшей культурой зеленого конвейера, хорошей промежуточной культурой, одним из лучших компонентов смешанных посевов с бобовыми травами. Благодаря высокой отавности, способности к отрастанию за сезон 3–4 раза, высокой и стабильной продуктивности, хорошим кормовым достоинствам, но меньшей требовательности, чем другие кормовые культуры, к интенсивным средствам химизации, низкой себестоимости производства культура выглядит достаточно привлекательной и перспективной [6].

Вместе с тем успешное продвижение культуры в производство в значительной мере зависит от организации ее семеноводства и наличия достаточного количества семенного материала, а создание собственных семенных фондов гарантирует широкое внедрение культуры в практику производства кормов. В настоящее время в условиях юго-западной части республики возможно

получение 10–12 ц/га кондиционных семян суданской травы.

Цель исследований – установить закономерность изменения уровня семенной продуктивности суданской травы под влиянием суммы выпавших осадков, температуры воздуха, а также их совместного влияния как в целом за вегетационный период, так и в зависимости от распределения их по периодам развития культуры в условиях дерново-подзолистых супесчаных почв юго-западной части республики.

Методика и условия проведения исследований

Проанализирована зависимость семенной продуктивности суданской травы сорта Пружанская от основных метеорологических факторов (количество осадков, сумма активных температур) за период с 2009 по 2019 г. Для расчета использованы данные урожайности, полученные в семеноводческих питомниках. Возделывание культуры велось в РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси» в условиях дерново-подзолистых супесчаных почв, подстилаемых с глубины 0,5–0,7 м моренным суглинком. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта: рН (КСI) – 5,76–5,80, содержание P₂O и K₂O (по Кирсанову в модификации ЦИНАО) – соответственно 197–233 и 209–258 мг/кг почвы, гумуса (по Тюрину) – 1,9–2,1 %. Предшественник – озимые зерновые культуры.

При математической обработке результатов исследований применен дисперсионный метод и метод корреляционно-регрессионного анализа [7]. Для расчета использованы данные наблюдений, полученные на метеорологической станции, расположенной в г. Пружаны.

Метеорологические условия в годы исследований носили разнообразный характер: от близких к средним многолетним значениям до засушливых и достаточно увлажненных. Это в свою очередь позволило дать более объективную оценку урожайным данным, исходя из сложившихся внешних условий среды, обусловленных гидротермическим режимом.

Результаты исследований и их обсуждение

Как показывают многочисленные исследования зависимости продуктивности сельскохозяйственных культур от погодных условий, наибольший вклад в колебание урожайности вносят вариации температуры и осадков. Другие факторы, в частности солнечная радиация, боитет почвы, уровень CO₂ являются менее изменчивыми

величинами (по среднегодовым значениям) и в короткопериодные колебания урожайности существенного вклада не вносят [8].

В свою очередь, термическое обеспечение территории за вегетационный период, выражаемое в сумме активных температур выше 10 °С, по сравнению с количеством атмосферных осадков является величиной достаточно стабильной.

Исходя из данных характеристики агроклиматических ресурсов агроклиматических областей за современный период потепления (1989–2015 гг.) для южной агроклиматической зоны, в которую входит Пружанский район Брестской области, период с температурой выше 10 °С (активная вегетация) составляет 152–162 дня [9]. Для суданской травы сумма активных температур для возделывания на семенные и кормовые цели должна быть в диапазоне 2200–2500 °С [10]. В наших почвенно-климатических условиях продолжительность вегетационного периода суданской травы по фенологическим наблюдениям составляет в зависимости от погодных условий 130–140 дней, что позволяет без рисков возделывать культуру на семенные цели.

Как правило, вегетационный период для суданской травы в условиях юго-западной части республики начинается со второй декады мая и длится до конца сентября. Сумма активных температур за это время по данным метеорологических наблюдений с 2009 по 2019 г. находилась в пределах 2257–2577 °С (таблица 1).

Характер ее варибельности в данном временном отрезке был незначительным, о чем свидетельствует коэффициент вариации V = 3,4 %. Вариация среднесуточных температур вегетационного периода также была незначительной – 3,8 %.

Количество атмосферных осадков за годы исследования изменялось в большей степени, что подтверждается статистической вариацией на уровне 24 %. Минимальное количество осадков (198 мм) выпало в 2016 г., а максимальное их количество было в 2010 г. и составило 481 мм. Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) в большей степени характеризует условия увлажнения территории за определенный временной период [11]. В соответствии с принятой классификацией величины ГТК, 2015 и 2016 г. считаются засушливыми, 2010 г. – избыточно увлажненным, к влажным относятся 2009, 2011, 2017, 2018 и 2019 г., остальные характеризуются как слабо засушливые.

Таблица 1 – Семенная продуктивность суданской травы и гидротермические условия вегетации культуры

| Год | Урожайность, ц/га | Сумма осадков за вегетационный период, мм | Сумма активных температур за вегетационный период, °С | Средняя температура вегетационного периода, °С | ГТК |
|------|-------------------|---|---|--|-----|
| 2009 | 7,2 | 320 | 2257 | 14,1 | 1,4 |
| 2010 | 13,2 | 481 | 2438 | 15,2 | 2,0 |
| 2011 | 11,2 | 378 | 2465 | 15,4 | 1,5 |
| 2012 | 7,8 | 309 | 2329 | 14,6 | 1,3 |
| 2013 | 13,0 | 322 | 2454 | 14,7 | 1,3 |
| 2014 | 14,3 | 315 | 2380 | 14,9 | 1,3 |
| 2015 | 11,2 | 209 | 2460 | 15,8 | 0,8 |
| 2016 | 13,5 | 198 | 2383 | 14,9 | 0,8 |
| 2017 | 7,8 | 332 | 2352 | 14,7 | 1,4 |
| 2018 | 20,4 | 380 | 2577 | 16,1 | 1,5 |
| 2019 | 19,8 | 355 | 2444 | 15,3 | 1,5 |

За период 2009–2019 гг. средняя урожайность семян суданской травы составила 12,8 ц/га (таблица 1). Варьирование урожайности по годам находилось в пределах от 7,2 до 20,4 ц/га при коэффициенте вариации 34 %.

Учитывая биологические особенности культуры, прежде всего ее теплолюбивость и засухоустойчивость, именно температурный фактор играет более значимую роль для оптимального роста и развития, чем режим увлажнения, определяемый количеством выпавших осадков. Корреляционно-регрессионный анализ выявил тесную зависимость уровня семенной продуктивности суданской травы от суммы активных температур вегетационного периода ($r = 0,7617$). Исходя из точечной диаграммы корреляционной зависимости урожайности от суммы активных температур и уравнения регрессии, при увеличении суммы активных температур на 100 °C урожайность возрастает на 6 ц/га (рисунок 1).

Вместе с тем, несмотря на достоверную тесноту связи обсуждаемой пары величин, в отдельные годы фактический уровень урожайности был ниже или выше теоретически возможного. Это наглядно представлено на графике величины урожайности и суммы активных температур вегетационного периода за 2009–2019 гг. (рисунок 2).

Так, в 2014 и 2016 г. уровень урожайности составил 14,3 и 13,5 ц/га. При этом сумма активных температур соответственно была 2379,8 и 2382,8 °C. В 2012 и 2017 г. практически при таком же суммарном количестве тепла урожайность была почти в два раза ниже. И в 2015 г. при сумме активных температур более 2400 °C урожайность должна была превышать 15 ц/га, но фактически составила 11,2 ц/га. Исходя из коэффициента регрессии $r^2 = 0,58$, только 58 % изменений урожайности обусловлено колебаниями температур. Остальные 42 % изменений сопряжены с другими факторами. Причиной отсутствия в ряде случаев прямой зависимости между урожайностью и количеством тепла служит характер распределения не только температур, но и количества осадков по периодам вегетации.

Что касается роли условий увлажнения вегетационного периода

в уровне урожайности, то, несмотря на большую вариабельность величин, количество осадков не оказывает столь значительного влияния на семенную продуктивность культуры, что подтверждается слабой степенью корреляционной зависимости ($r = 0,2206$), так же как и от ГТК ($r = 0,1606$).

Чтобы дать более объективную и детальную оценку роли метеорологических факторов в формировании урожая, целесообразно использовать для расчета данные агрометеорологических наблюдений по межфазным периодам развития культуры.

В результате анализа установлено, что для суданской травы наибольшее значение температурный фактор имеет на начальных этапах развития культуры. В период сев – всходы коэффициент корреляции урожайности с суммой активных температур составил $r = 0,6635$. Достаточное количество тепла обеспечивает высокую полевую всхожесть семян культуры, спо-

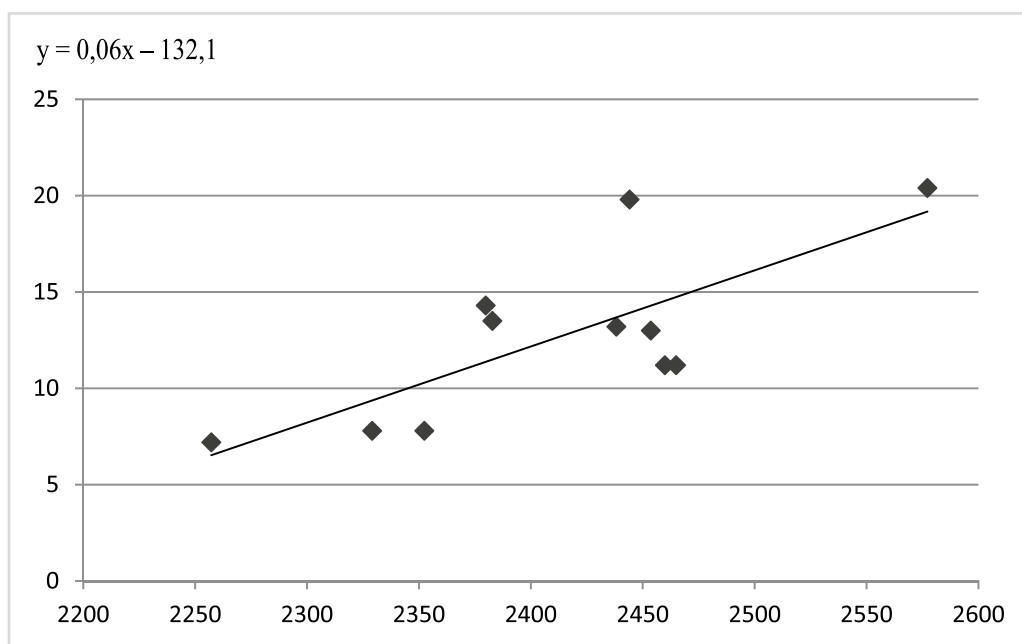


Рисунок 1 – Точечный график прямолинейной зависимости урожайности семян суданской травы от суммы активных температур

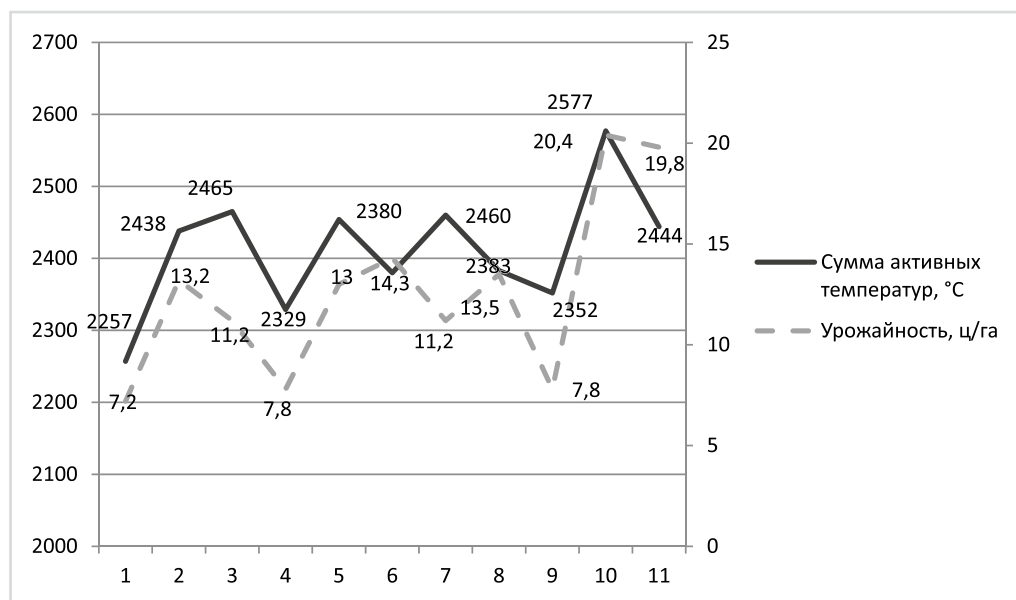


Рисунок 2 – Урожайность семян суданской травы и сумма активных температур вегетационного периода (с 2009 по 2019 г.)

Таблица 2 – Коэффициенты корреляции между семенной продуктивностью суданской травы и метеорологическими условиями вегетационного периода (2009–2019 гг.)

| Период развития | Сумма активных температур, °С | Среднесуточная температура периода, °С | Сумма осадков, мм | Количество дней с осадками | ГТК |
|------------------------------|-------------------------------|--|-------------------|----------------------------|----------|
| Сев – всходы | 0,6635* | 0,6720* | 0,1117 | 0,2137 | 0,2304 |
| Всходы – кущение | 0,7475* | 0,7445* | –0,4490 | –0,6373* | –0,5366* |
| Кущение – выметывание | –0,0194 | –0,0572 | –0,3217 | –0,4281 | –0,3141 |
| Выметывание – цветение | 0,5665* | 0,5638* | 0,1094 | 0,2921 | 0,0364 |
| Цветение – восковая спелость | 0,0324 | 0,0233 | 0,2749 | 0,0271 | 0,2463 |
| Весь период вегетации | 0,7617* | 0,6737* | 0,2206 | –0,3614 | 0,1606 |

Примечание – *Уровень достоверности – 0,05.

собствует дружному и быстрому появлению всходов. Много тепла культура требует в период кущения, когда идет активное образование и развитие вторичной корневой системы [12]. В это время обильное количество осадков негативно сказывается на развитии культуры, равно как и количество дней с осадками, что подтверждается отрицательными величинами коэффициентов корреляции урожайности с количеством осадков и с числом дней с осадками в период кущения. Это связано с тем, что суданская трава отрицательно реагирует на переувлажнение верхнего слоя почвы, но при этом для прорастания семян требуется незначительное количество влаги – около 35 % от веса семени [13]. В период интенсивного роста культуры, вплоть до выметывания, температурный фон не оказывает влияния на семенную продуктивность суданской травы (корреляционная связь отсутствует). Для наращивания листостебельной массы достаточным является умеренный среднесуточный температурный режим. Корневая система культуры к этому времени имеет мощное развитие, глубоко проникает в нижние слои почвенного горизонта, что позволяет практически не зависеть от атмосферного увлажнения. Как следствие – отрицательная корреляционная зависимость в данном периоде от суммы осадков ($r = -0,3217$) и от количества дождливых дней ($r = -0,4281$). В период цветения для суданской травы, учитывая особенности и биологию культуры, важно, чтобы была сухая солнечная погода и отсутствие обильных и продолжительных осадков. Это обеспечивает максимальное и дружное раскрытие цветков и качественное оплодотворение [14]. Поэтому очевидно, что зависимость урожайности от суммы активных температур и среднесуточных температур периода выражается достаточно высокими коэффициентами корреляции. На завершающем этапе вегетационного периода не установлено корреляционной зависимости урожайности от температурного фактора, поскольку в это время важен умеренный температурный фон в дневные часы и отсутствие утренних заморозков. Это объясняется тем, что в период формирования, налива и созревания семян повышенный температурный режим днем может привести к снижению урожайности из-за щуплости семян. Заморозки же особенно опасны для семян, не достигших своей полной физиологической зрелости [12].

Выводы

В почвенно-климатических условиях юго-западного региона республики продолжительность вегетационного периода суданской травы составляет в зависимости от погодных условий 130–140 дней. При этом сумма ак-

тивных температур превышает 2200 °С, что позволяет без рисков возделывать культуру на семенные цели.

В результате корреляционно-регрессионного анализа установлено, что до 58 % изменчивости и вариативности уровня семенной продуктивности суданской травы по годам вызвано особенностями температурного режима вегетационного периода. Для получения стабильных и устойчивых урожаев семян суданской травы основополагающее значение имеют гидротермические условия, складывающиеся в начальные периоды роста и развития культуры.

Литература

1. Логинов, В. Ф. Прогноз изменения окружающей природной среды Беларуси на 2010–2020 гг. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск, 2004. – 180 с.
2. Мельник, В. И. Влияние изменения климата на агроклиматические ресурсы и продуктивность основных сельскохозяйственных культур Беларуси: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. / В. И. Мельник. – Минск, 2004. – 21 с.
3. Нетрадиционные кормовые культуры / А. Н. Кшникаткина [и др.]. – Пенза: РИО ПГСХА, 2005. – 240 с.
4. Якимович, Е. Анализ практического опыта и разработка рекомендаций по адаптации сельскохозяйственного сектора к климатическим изменениям (на примере защиты растений) с учетом опыта Европейского союза. Отчет о выполнении работ в рамках Службы предоставления экспертных услуг проекта Ciima East (контракт СЕЕФ2016–073-BL) / Е. Якимович, Л. Гертман, Е. Козыра. – Минск, 2017. – 34 с.
5. Анохина, Т. А. О целесообразности возделывания суданской травы в Беларуси / Т. А. Анохина, Р. М. Кадыров, В. И. Ульянов // Земляробства і ахова раслін. – 2007. – № 5. – С. 15–18.
6. Дронов, А. В. Агробиологическое обоснование интродукции сорговых культур в юго-западный регион Нечерноземья России: дис. ... докт. с.-х. наук / А. В. Дронов. – Брянск, 2007. – 539 с.
7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
8. Костюков, В. В. Оценка изменчивости агроклиматических ресурсов юга Западной Сибири / В. В. Костюков, М. И. Черникова // Метеорология и гидрология. – 1997. – № 11. – С. 108–114.
9. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата / В. Мельник [и др.] // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: minpriroda.gov.by. > rupload/files... – Дата доступа: 03.12.2019.
10. Дьяченко, В. В. Обоснование семеноводства суданской травы в юго-западной части Центрального региона / В. В. Дьяченко, Вит. В. Дьяченко // Кормопроизводство. – 2011. – № 1. – С. 34–36.
11. Лосев, А. П. Агрометеорология / А. П. Лосев, Л. Л. Журнина. – М.: Колос, 2004. – 301 с.
12. Шатилов И. С. Суданская трава / И. С. Шатилов. – Москва: Колос, 1981. – 205 с.
13. Тютюнников, А. И. Однолетние кормовые травы / А. И. Тютюнников. – М.: Россельхозиздат, 1973. – 200 с.
14. Ковтунова, Н. А. Биологические особенности роста и развития суданской травы / Н. А. Ковтунова // Достижения науки и техники в АПК. – 2016. – Т. 30, № 6. – С. 48–51.