

# ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ

## ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ПРИГОДНОСТИ КЛИМАТА МАЛИ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ХЛОПЧАТНИКА

Нуму Мусса Сангаре<sup>1</sup>, И.Ю. Савин<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Кафедра почвоведения, земледелия и земельного кадастра  
Российский университет дружбы народов  
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

<sup>2</sup>Почвенный институт им. В.В. Докучаева  
Пыжевский пер., 7, Москва, Россия, 117019

Проведен анализ пригодности климата Мали для возделывания хлопчатника. Установлено, что климатические условия значительно ограничивают возможности использования земель Мали для возделывания хлопчатника. Климатических ограничений нет лишь на 4% территории. Изменение климатических условий за последние 10 лет выражается в небольшом сдвиге начала и конца сезона вегетации хлопчатника на более ранние сроки и не влияет на оценку пригодности земель.

**Ключевые слова:** оценка пригодности земель, хлопчатник, климат, Мали.

Климат Мали в целом характеризуется как тропический и довольно засушливый. Климатические условия сильно изменяются с севера на юг. Успешность возделывания хлопка в Мали сильно зависит от климатических условий. Наибольшее влияние оказывают температурные условия и условия увлажнения. Слишком высокие и экстремально низкие температуры воздуха, а также недостаток атмосферных осадков приводят к снижению урожайности.

Для прохождения хлопчатником всех фенологических фаз развития необходимо оптимальное соотношение температуры воздуха и атмосферных осадков. Недостаток атмосферных осадков, так же как и экстремальные температуры воздуха, губительно сказываются на величине урожая хлопчатника и качестве продукции.

В последние годы в связи с глобальными климатическими изменениями вариабельность метеорологических условий возросла. Причем в разных частях Мали она проявляется по-разному.

Целью исследований был анализ пригодности климата Мали для возделывания хлопчатника с учетом межгодового варьирования метеорологических параметров.

**Методы.** В качестве метеорологической информации использовалась база данных ERA Interim (ECMWF) за период с 2003 по 2012 г., содержащая декадные данные по равномерной сети с шагом в 0,25 градусов.

Для каждого года была оценена пригодность метеоусловий для возделывания хлопчатника для всей территории Мали. Для оценки были использованы такие параметры, как сумма активных температур воздуха, сумма осадков за потенциальный период вегетации хлопчатника, а также присутствие экстремальных температур воздуха за потенциальный период вегетации культуры.

На основе анализа литературных данных [3—7], а также информации от производителей хлопчатника в стране были установлены следующие граничные значения метеопараметров:

- сумма активных температур 2600 градусов;
- критическая сумма осадков за период вегетации — 350 мм;
- критические значения температуры воздуха +40 °С (максимальные температуры) и +16 °С (минимальные температуры).

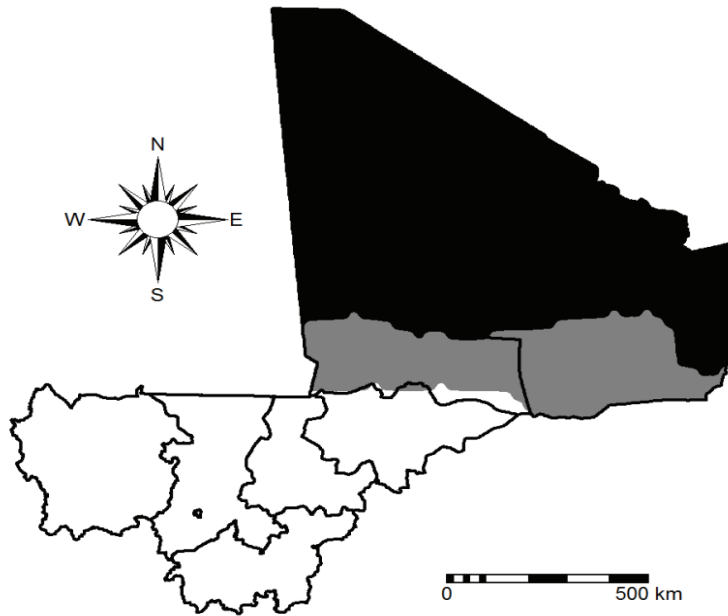
На первом этапе анализа пригодности проводилось определение даты начала сезона вегетации культуры для каждого анализируемого года (с 2003 по 2012 г.) для каждой точки с метеоданными. При этом считалось, что дата начала сезона вегетации культуры совпадает с датой начала сезона дождей. Для определения декады начала сезона дождей было использовано следующее правило: за начало сезона принималась декада года, начиная с которой декадное количество осадков превышало 12 мм, и в две последующие декады сумма осадков превышала 24 мм.

После установления декады начала сезона дождей (вегетационного сезона) устанавливался конец сезона вегетации для каждого года путем определения декады, для которой сумма активных температур, накопленная с декады начала сезона вегетации, превышала 2600 градусов.

Далее для всех сезонов вегетации с 2003 по 2012 г. определялась сумма осадков, а также количество декад с экстремальной температурой воздуха, и проводилась классификация точек с метеопараметрами по пригодности для возделывания хлопчатника с использованием лишь двух классов: «пригодно» и «непригодно». После чего для каждой точки определялась доля сезонов с «пригодными» и «непригодными» метеопараметрами.

Затем результаты анализа импортировались в ГИС ILWIS (<http://www.ilwis.org>) и проводилась интерполяция результатов оценки каждого параметра на всю территорию страны с использованием метода скользящего среднего (inverse distance), после чего строилась карта обобщенной оценки земель страны для возделывания хлопчатника по климату в соответствии с адаптированными подходами ФАО [1; 2].

**Результаты и дискуссия.** Результаты проведенного анализа показали, что на территории Мали четко обозначена зона, где сезон вегетации выделяется каждый год, зона, где в отдельные годы выделить сезон вегетации из-за низкого количества осадков невозможно, и зона, где сезон вегетации не выделяется ни в одном из проанализированных годов (рис. 1).



**Рис. 1.** Выраженность сезона вегетации:  
белый цвет — ежегодно, серый — не каждый год,  
черный — никогда

Из рисунка следует, что только в южной половине страны возделывание хлопчатника возможно ежегодно. Дата начала сезона вегетации варьирует от года к году (в большинстве случаев в пределах нескольких декад) и изменяется по территории страны от 9 до 22 декады года при движении с юга на север почти широтно.

В некоторых регионах наблюдается слабовыраженный тренд даты начала сезона вегетации. Причем в западной части Мали он негативен, а центральной части — позитивен (рис. 2). Таким образом, наблюдается тенденция более раннего от года к году начала сезона вегетации на западе и несколько более позднего в центральной части страны, что обусловлено многолетними изменениями климата на изучаемой территории.

Аналогичная картина наблюдается и с датами конца сезона вегетации. Наблюдается варьирование даты конца сезона вегетации от года к году и пространственная изменчивость этого показателя. Также местами выражен положительный или отрицательный тренд. Причем его пространственная картина очень близка к таковой для начала сезона вегетации (рис. 2).

Необходимо отметить, что продолжительность сезона вегетации является более стабильной как во времени, так и в пространстве. В среднем по стране она составляет от 8 до 11 декад, а ее многолетний тренд практически не выражен.

Анализ пригодности земель Мали для возделывания хлопчатника по сумме осадков за сезон вегетации показал, что лишь на небольшой части территории страны на юго-западе имеются земли, где количество осадков ежегодно благоприятно для возделывания хлопка. При движении к северо-востоку количество благоприятных лет по этому параметру постепенно уменьшается (рис. 3).



**Рис. 2.** Многолетний тренд начала (слева) и конца (справа) сезона вегетации  
(р — положительный, п — отрицательный, о — нет тренда)

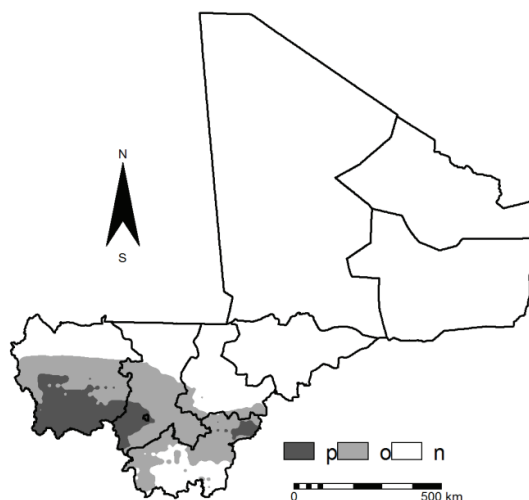


**Рис. 3.** Карты пригодности земель Мали для хлопчатника по количеству осадков за сезон вегетации (слева, цифрами на карте показано количество пригодных лет из 10) и по встречаемости экстремальных температур воздуха (справа, цифрами на карте показано количество неблагоприятных лет из 10)

Экстремально высокие температуры воздуха в течение сезона вегетации отмечаются лишь в зоне, где сезон вегетации выделяется не каждый год (рис. 3).

На основе анализа пригодности земель по отдельным метеопараметрам была создана обобщенная карта пригодности по климату (рис. 4).

Территории, которые на карте показаны как пригодные, не имеют ограничений для возделывания хлопчатника ежегодно. Ограниченно пригодные территории также в отдельные годы не имеют ограничений для возделывания хлопчатника, но есть и много лет, в которые метеорологические условия неблагоприятны. В класс непригодных попали земли, на которых метеорологические условия неблагоприятны для возделывания хлопчатника ежегодно. Согласно полученным данным, лишь около 4% территории Мали пригодно для хлопчатника по климату и около 11% — пригодно не каждый год. Результаты анализа в разрезе отдельных регионов страны представлены в табл. 1.



**Рис. 4.** Карты пригодности земель Мали для хлопчатника по климату  
(р — пригодно, о — ограниченно пригодно, н — непригодно)

Таблица 1

**Площади и доли земель различной пригодности (обозначения классов пригодности рис. 4) для возделывания хлопчатника в Мали в разрезе отдельных регионов страны**

| Регион Мали | Площадь, км <sup>2</sup> |         |          | Доли земель различной пригодности, % |       |        |
|-------------|--------------------------|---------|----------|--------------------------------------|-------|--------|
|             | н                        | о       | р        | н                                    | о     | р      |
| Бамако      | 0                        | 0       | 250      | 0,00                                 | 0,00  | 100,00 |
| Гао         | 178 193                  | 0       | 0        | 100,00                               | 0,00  | 0,00   |
| Кайес       | 42 704                   | 41 571  | 39 751   | 34,43                                | 33,52 | 32,05  |
| Кидал       | 145 394                  | 0       | 0        | 100,00                               | 0,00  | 0,00   |
| Куликоро    | 35 081                   | 45 200  | 11 264   | 38,32                                | 49,37 | 12,30  |
| Мопти       | 81 745                   | 0       | 0        | 100,00                               | 0,00  | 0,00   |
| Сегу        | 52 000                   | 9 269   | 0        | 84,87                                | 15,13 | 0,00   |
| Сикассо     | 27 313                   | 40 217  | 3 885    | 38,25                                | 56,31 | 5,44   |
| Томбукту    | 501 806                  | 0       | 0        | 100,00                               | 0,00  | 0,00   |
| ИТОГО       | 1 064 238                | 136 259 | 55 150,5 | 84,76                                | 10,85 | 4,39   |

**Выводы.** Климатические условия значительно ограничивают возможности использования земель Мали для возделывания хлопчатника. Климатических ограничений нет лишь на 4% территории страны.

Изменение климатических условий за последние 10 лет выражаются лишь в небольшом сдвиге начала и конца сезона вегетации хлопчатника на более ранние сроки.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Иванов А.Л., Савин И.Ю., Егоров А.В. Методология оценки ресурсного потенциала земель России для сельскохозяйственного производства (на примере хмеля) // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2014. № 73. С. 29—94.
- [2] Савин И.Ю. Анализ почвенных ресурсов на основе геоинформационных технологий: Дисс. ... докт. сельскохоз. наук. Москва, 2004.
- [3] Anonymous. 2006. Cotton, Growing an Early Crop. Delta Agricultural Digest. Farm Press. Clarksdale, Mississippi.

- [4] *Boyd M.L., Phipps B.J., Wrather J.A., Newman M., Sciumbato G.* 2004. Cotton Pests Scouting and Management. Plant Protection Programs College of Food, Agriculture and Natural Resources. University of Missouri.
- [5] *Kerby T.A., Keeley M., Johnson S.* 1987. Growth and Development of Acala Cotton. Bulletin 1921. Agricultural Experimental Station, University of California. Oakland, CA.
- [6] *Young E.F., Jr., Taylor R.M., Peterson H.D.* 1980. Day-degree units and time in relationship to vegetative development and fruiting for three cultivars of cotton. *Agron. J.* 20:270—274.
- [7] *Bouba T., Corbeels M., van Wijk M.T., Rufinod M.C., Giller K.E.* Effects of climate variability and climate change on crop production insouthern Mali // *Europ. J. Agronomy* 49 (2013) 115—125

## **GIS BASED ANALYSIS OF SUITABILITY OF CLIMATE FOR COTTON CULTIVATION IN MALI**

**Noumou Moussa Sangare<sup>1</sup>, I. Yu. Savin<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Department of soil science, agriculture and land management  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198*

<sup>2</sup>V.V. Dokuchaev Soil Science Institute  
*Pyzhevsky per., 7, Moscow, Russia, 117019*

Analysis of suitability of meteorological conditions in Mali for cotton cultivation was conducted. It has been determined that climatic conditions severely limit land usage for the cultivation of cotton in Mali. Climatic restrictions are not present only at 4% of the territory. Changing climatic conditions over the past 10 years are expressed only in a small shift of the start and end of the growing season of cotton to earlier dates and don't affect the results of suitability analysis.

**Key words:** evaluation of land suitability, cotton, climate, Mali.

### **REFERENCES**

- [1] *Ivanov A.L., Savin I.Ju., Egorov A.V.* Metodologija ocenki resursnogo potenciala zemel' Ros-sii dlja sel'skhozjajstvennogo proizvodstva (na primere hmelja) // *Bjulleten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva.* 2014. № 73. S. 29—94.
- [2] *Savin I.Ju.* Analiz pochvennyh resursov na osnove geoinformacionnyh tehnologij: Diss. dokt. sel'skhoz. nauk. Moskva, 2004.
- [3] Anonymous. 2006. Cotton, Growing an Early Crop. *Delta Agricultural Digest.* Farm Press. Clarksdale, Mississippi.
- [4] *Boyd M.L., B.J. Phipps, J.A. Wrather, M. Newman, G. Sciumbato.* 2004. Cotton Pests Scouting and Management. Plant Protection Programs College of Food, Agriculture and Natural Resources. University of Missouri.
- [5] *Kerby T.A., Keeley M., and Johnson S.* 1987. Growth and Development of Acala Cotton. Bulletin 1921. Agricultural Experimental Station, University of California. Oakland, CA.
- [6] *Young E.F., Jr., Taylor R.M., Peterson H.D.* 1980. Day-degree units and time in relationship to vegetative development and fruiting for three cultivars of cotton. *Agron. J.* 20:270—274.
- [7] *Bouba T., Corbeels M., van Wijk M.T., Rufinod M.C., Giller K.E.* Effects of climate variability and climate change on crop production insouthern Mali // *Europ. J. Agronomy* 49 (2013) 115—125.