

8. Savin, M.A. Formirovanie iskusstvennykh sosnyakov v smeshenii s kustarnikovymi porodami v sukhoy stepi / M.A. Savin, A.A. Malenko, D.Yu. Gavrilova // Nauka i innovatsii: vektory razvitiya: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh (Barnaul, 24-25 oktyabrya 2018 g.). – Barnaul, 2018. – S. 107-109.

9. Vadyunina, A.F., Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv / A.F. Vadyunina, Z.A. Korchagina. – Moskva: Agropromizdat, 1986. – 416 s.

10. Gefke, I.V. Temperaturnyy rezhim dernovo-podzolistykh pochv na garyakh v lentochnykh borakh Altayskogo kraya / I.V. Gefke, A.G. Bolotov, E.P. Chuguzov // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – No. 8. – S. 62-67.



УДК 551.58:63(571.15)

В.И. Беляев, Л.В. Соколова
V.I. Belyayev, L.V. Sokolova

ОЦЕНКА АГРОКЛИМАТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

THE EVALUATION OF THE AGROCLIMATIC POTENTIAL OF THE ALTAI REGION

Ключевые слова: агроклиматический потенциал, годовые осадки, осадки вегетации, среднегодовая температура, температура вегетации, растениеводство, агротехнологии.

Keywords: agroclimatic potential, annual precipitation, growing season precipitation, average annual temperature, growing season temperature, crop production, agricultural technologies.

Разнообразие агроклиматических зональных условий аграрных территорий во многом определяет выбор возделываемых сельскохозяйственных культур и их урожайность. Целью работы является проведение оценки агроклиматического потенциала районов Алтайского края. В качестве критерия оценки потенциала аграрных территорий нами предложено соотношение суммы температур и осадков как годовых, так и за вегетационный период. Материалом работы послужили метеоданные 31 метеорологической станции Алтайского края за многолетний период. Результаты показали, что диапазон изменения средних многолетних осадков по метеостанциям Алтайского края составляет 262,0-690,0 мм, температур – от 1,18 до 3,76°C. Многолетние средние соотношения температур и осадков вегетации по метеостанциям края различаются в 2,66 раз, а годовых – в 5,38 раз. Соотношение годовых температур и осадков, а также температур и осадков вегетации позволяет объединить метеостанции и, соответственно, районы Алтайского края в 3 группы с различным агроклиматическим потенциалом. Использование предложенной классификации районов Алтайского края по соотношению температур и осадков за вегетацию и за год может являться основой дифференцированного подхода при определении зонального набора культур, технологий их возделывания и необходимых комплексов сельскохозяйственных машин, что приведет к повышению эффективности использования агроклиматического потенциала края по урожайности в среднем в 2,5 раза.

The variety of agroclimatic zonal conditions of agricultural areas largely determines the choice of cultivated crops and their yields. The research goal was to evaluate the agroclimatic potential of the Altai Region. We proposed the ratio of the accumulated temperatures and precipitation both annual and during the growing season as a criterion. The long-term data of 31 meteorological stations of the Altai Region was used. The results showed that the range of changes of the average long-term precipitation at the stations amounted to 262.0-690.0 mm; that of the temperatures - from 1.18°C to 3.76°C. The long-term average ratio of temperatures and precipitation of the growing season differs 2.66 times depending of the meteorological stations and the ratio of the annual temperatures and precipitation - 5.38 times. This criterion - the ratio of annual temperatures and precipitation as well as temperatures and precipitation of the growing season makes it possible to combine the meteorological stations and, accordingly, the districts of the Altai Region into 3 groups with different agro-climatic potentials. The use of the proposed classification of the districts by the ratio of temperatures and precipitation over the growing season and over the year may be the basis for a differentiated approach in determining the zonal set of crops, technologies for their cultivation and the necessary complexes of agricultural machines. This will lead to increased efficiency of using the regional agro-climatic potential in terms of yield by an average of 2.5 times.

Беляев Владимир Иванович, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Соколова Людмила Валерьевна, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: l.v.sokol@mail.ru.

Belyaev Vladimir Ivanovich, Dr. Tech. Sci., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: prof-belyaev@yandex.ru.

Sokolova Lyudmila Valeryevna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: l.v.sokol@mail.ru.

Введение

Климатические изменения, происходящие в настоящее время, а также постоянно меняющиеся экономические условия вызывают необходимость обновления привычных агротехнологий в растениеводстве [1-4].

Многочисленными исследованиями установлено, что разнообразие агроклиматических зональных условий аграрных территорий во многом определяет выбор возделываемых сельскохозяйственных культур и их урожайность [5-7]. При этом влияние погодных факторов остается одним из наиболее значимых. В результате возникает необходимость дифференцированного подхода при определении зонального набора культур, технологий их возделывания и комплексов сельскохозяйственных машин.

Целью работы является проведение оценки агроклиматического потенциала районов Алтайского края.

В качестве критерия оценки потенциала аграрных территорий нами предложено соотношение суммы температур и осадков как годовых, так и за вегетационный период [8]. Это позволяет решать поставленные перед растение-

водством задачи на основе анализа многолетних погодных условий регионов.

Материалы и методы

Для оценки агроклиматического потенциала районов Алтайского края нами было использовано соотношение суммы температур и осадков как годовых, так и за вегетационный период. Материалом работы послужили метеоданные 31 метеорологической станции Алтайского края за многолетний период. Статистическая обработка данных проводилась стандартными методами [8].

Результаты и обсуждение

На примере анализа многолетних месячных осадков и температур по данным 31 метеостанции Алтайского края рассмотрим статистику их оценочных показателей (табл. 1).

Как показывает анализ, диапазон изменения средних многолетних осадков по метеостанциям Алтайского края составляет 262,0-690,0 мм, температур – от 1,18 до 3,76°C. Средние значения составляют 416,9 мм и 2,50°C, а коэффициенты вариации сопоставимы и равны 24,6 и 25,4% соответственно.

Таблица 1

Статистики многолетних годовых и вегетационных осадков и средних температур и их соотношений по Алтайскому краю

Показатель	O _{год} , мм	T _{год} , °C	T _{год} *365/ O _{год} , °C/мм	O _{вег} , мм	T _{вег} , °C	T _{вег} *123/ O _{вег} , °C/мм
х	416,9	2,50	2,33	199,3	17,0	11,0
-95%	379,3	2,27	2,01	182,5	16,7	10,1
95%	454,5	2,73	2,66	216,1	17,3	11,9
Min	262,0	1,18	0,84	142,0	15,6	5,9
Max	690,0	3,76	4,52	330,0	18,3	15,7
σ	102,6	0,64	0,89	45,9	0,8	2,5
C _v	24,6	25,4	38,1	23,0	4,6	22,8
SEM	18,4	0,11	0,16	8,2	0,1	0,5

Примечание. х - среднее значение; Min – минимальное значение; Max – максимальное значение; σ – стандартное отклонение; SEM – стандартная ошибки опыта, C_v – коэффициент вариации; O_{год} – количество осадков за год; O_{вег} – количество осадков за вегетационный период; T_{год} – средняя годовая температура; T_{вег} – средняя температура вегетационного периода.

За вегетационный период (май-август) выпадает в среднем 199,3 мм осадков при температуре 17,0°C. Диапазон изменения осадков составляет 142,0-330,0 мм, температур 15,6-18,3°C, а их вариация – 23,0 и 4,6% соответственно, т.е. вариабельность температур по метеостанциям края не высокая, а осадков приближена к вариации годовых осадков и температур.

Исследуя соотношение годовых температур и осадков, приходим к выводу, что средняя их величина равна 2,33°C/мм при изменении в диапазоне 0,84-4,52°C/мм и вариации 38,1%, что существенно превышает вариабельность многолетних осадков и температур.

За вегетационный период соотношение температур и осадков находится в пределах 5,9-15,7°C/мм при средней величине 11,0°C/мм и вариации 22,8%, что сопоставимо с вариабельностью осадков.

Корреляционная матрица оценочных показателей приведена в таблице 2.

Установлено, что большинство из оцениваемых показателей имеет значимые статистические связи, кроме годовых осадков и температур ($R=-0,12$), годовых температур и осадков вегетации ($R=-0,10$), годовых температур и соотношения температур и осадков вегетации ($R=0,26$). Годовые осадки и температуры, а также осадки и температуры вегетации почти в равной степени влияют на соотношения температур и осадков за год и вегетацию ($R=-0,68$ и $R=0,77$; $R=-0,95$ и $R=0,87$ соответственно). Причем вегетационные показатели коррелируют наиболее значимо. Связь между соотношением температур и осадков за год и вегетацию также статистически значима ($R=0,77$).

Учитывая вышеизложенное, проведем группировку полученных соотношений температур и

осадков за вегетацию и за год по метеостанциям края, выделив 3 класса. Результаты представлены на рисунках 1 и 2.

Группировка метеостанций по соотношению температур и осадков приведена в таблице 3.

В результате анализа установлено, что многолетние средние соотношения температур и осадков вегетации по метеостанциям края различаются в 2,66 раза, а годовых – в 5,38 раза. При этом надо иметь в виду, что урожайность яровых культур во многом зависит от условий вегетации, а температуры и осадки сентября – апреля закладывают основы формирования урожая озимых и яровых последующего года.

Если сравнивать урожайность зерновых яровых культур, то ее различие в разрезе районов по годам сопоставимо с изменчивостью соотношения температур и осадков вегетации. Связь носит обратно пропорциональный значимый линейный характер.

С учетом многолетних производственных опытов по отработке технологий возделывания яровых зерновых культур в различных хозяйствах края и зональных агроклиматических условий потенциал их урожайности по метеогруппам будет следующим: 1-я группа – 37,7-47,5 ц/га; 2-я – 27,8-37,6; 3-я – 17,9-27,7 ц/га. Таким образом, имеется возможность повышения эффективности использования агроклиматического потенциала края по урожайности в среднем в 2,5 раза.

Данная классификация, на наш взгляд, может служить основой как для определения набора культур и технологий их возделывания, так и для дифференцированного расчета государственной поддержки сельскохозяйственных предприятий и оценки рисков неблагоприятных погодных факторов по зонам края.

Таблица 2

Корреляционная матрица оценочных показателей

Показатель	O _{год}	T _{год}	T _{год} *365/O _{год}	O _{вег}	T _{вег}	T _{вег} *123/O _{вег}
O _{год}	1,00	-0,12	-0,68	0,89	-0,73	-0,92
T _{год}		1,00	0,77	-0,10	0,67	0,26
T _{год} *365/O _{год}			1,00	-0,60	0,92	0,77
O _{вег}				1,00	-0,75	-0,95
T _{вег}					1,00	0,87
T _{вег} *123/O _{вег}						1,00

Примечание. O_{год} – количество осадков за год; O_{вег} – количество осадков за вегетационный период; T_{год} – средняя годовая температура; T_{вег} – средняя температура вегетационного периода.

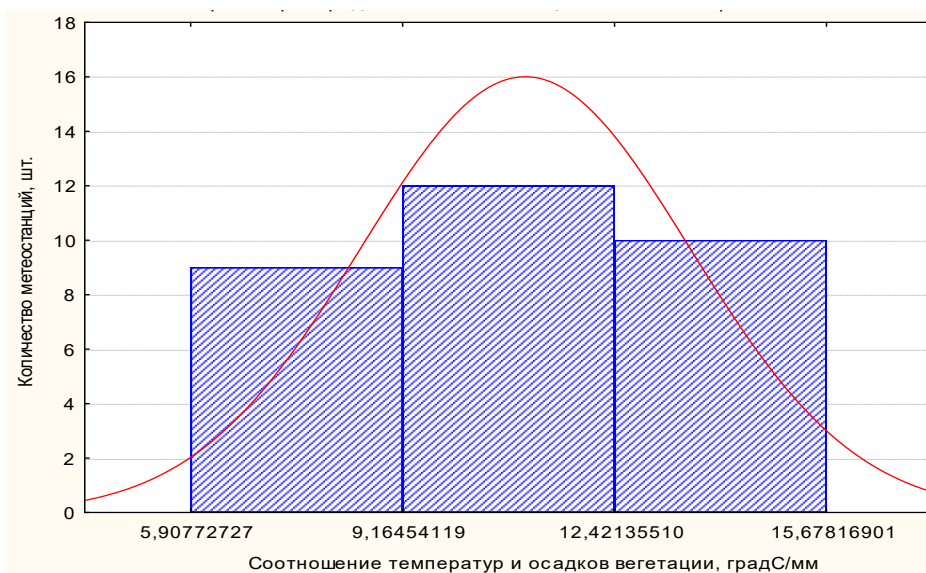


Рис. 1. Гистограмма распределения метеостанций Алтайского края по соотношению средних многолетних температур и осадков вегетации

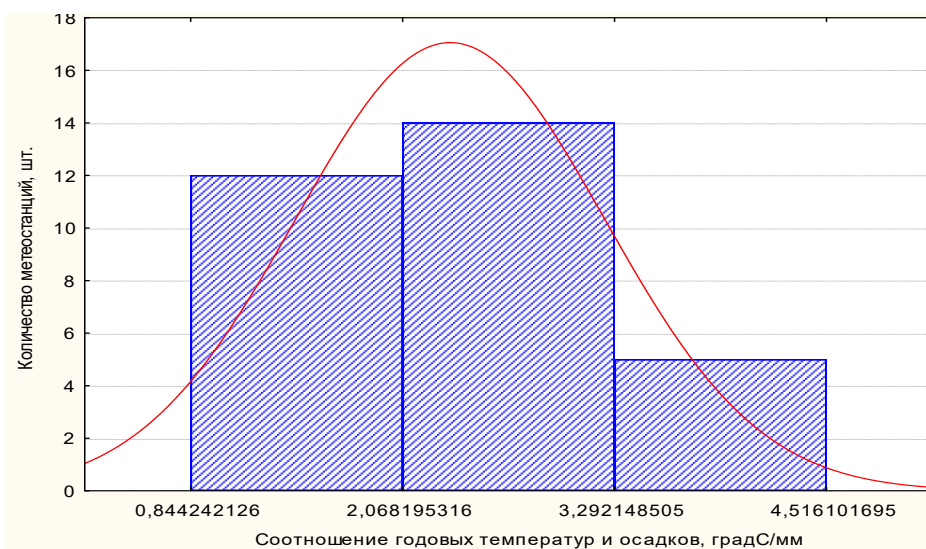


Рис. 2. Гистограмма распределения метеостанций Алтайского края по соотношению средних годовых температур и осадков

Таблица 3

Группировка метеостанций по соотношению температур и осадков за вегетацию и за год

№ группы	Диапазон, °С/мм	Метеостанции, населенный пункт
По соотношению многолетних вегетационных температур и осадков		
1	5,91-9,15	Змеиногорск, Краснощеково, Тальменка, Троицкое, Б-Зональная, Тогул, Целинное, Солонешное, Чарышское
2	9,16-12,41	Хабары, Камень-на-Оби, Мамонтово, Шелаболиха, Ребриха, Алейск, Поспелиха, Горняк, Усть-Калманка, Усть-Пристань, Барнаул, Заринск
3	12,42-15,68	Славгород, Кулунда, Ключи, Угловское, Благовещенка, Родино, Волчиха, Бaeво, Шипуново, Рубцовск
По соотношению многолетних годовых температур и осадков		
1	0,84-2,06	Хабары, Камень-на-Оби, Ребриха, Змеиногорск, Тальменка, Троицкое, Б-Зональная, Заринск, Тогул, Целинное, Солонешное, Чарышское
2	2,07-3,28	Славгород, Родино, Волчиха, Бaeво, Мамонтово, Шелаболиха, Алейск, Шипуново, Поспелиха, Рубцовск, Краснощеково, Калманка, Усть-Пристань, Барнаул
3	3,29-4,53	Кулунда, Ключи, Угловское, Благовещенка, Горняк

Выводы

1. Для оценки агроклиматического потенциала территории предлагается использовать такой показатель, как соотношение температур и осадков за год и за вегетацию.

2. Диапазон изменения средних многолетних осадков по метеостанциям Алтайского края составляет 262,0-690,0 мм, температур – от 1,18 до 3,76°C.

3. Многолетние средние соотношения температур и осадков вегетации по метеостанциям края различаются в 2,66 раз, а годовых – в 5,38 раз.

4. Соотношение годовых температур и осадков, а также температур и осадков вегетации позволяет объединить метеостанции и, соответственно, районы Алтайского края в 3 группы с различным агроклиматическим потенциалом.

5. Использование предложенной классификации районов Алтайского края по соотношению температур и осадков за вегетацию и за год может являться основой дифференцированного подхода при определении зонального набора культур, технологий их возделывания и необходимых комплексов сельскохозяйственных машин.

Библиографический список

1. Bischoff, N., et al. (2016). Land-Use Change under Different Climatic Conditions: Consequences for Organic Matter and Microbial Communities in Siberian Steppe Soils. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 235. 10.1016/j.agee.2016.10.022.

2. Levykin S.V., et al. (2019). Environmental and landscape significance of steppe megaprojects. *Ukrainian Journal of Ecology*. 9 (3): 371-375.

3. Максимова, Н. Б. и др. Динамика влагообеспеченности территории по агроклиматическим районам Алтайского края / Н. Б. Максимова, Д. В. Арнаут, Г. Г. Морковкин. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 5 (139). – С. 77-81.

4. Стратегия социально-экономического развития Алтайского края до 2025 года [Электронный ресурс]: <http://www.econom22.ru/upload/>

iblock/f3c/Zakon86-zs_121121.pdf (дата обращения 13.11.2020 г.)

5. Belyaev, V.I., et al. (2020). Autumn Tillage, Soil Moisture Content, and Crop Yields. In: Frühauf M., Guggenberger G., Meinel T., Theesfeld I., Lentz S. (eds) KULUNDA: Climate Smart Agriculture. Innovations in Landscape Research. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15927-6_26.

6. Ещенко, Е. Г. Варьирование урожайности сельскохозяйственных культур под воздействием различных факторов / Е. Г. Ещенко, С. И. Ещенко, В. Л. Татаринцев, Л. М. Татаринцев. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 9 (167). – С. 46-52.

7. Максимова, Н. Б. Почвенно-климатические ареалы продуктивности зерновых культур Алтайского края: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Н. Б. Максимова. – Барнаул, 1995. – 12 с. – Текст: непосредственный.

8. Belyaev, V., Sokolova, L., Matsyura, A. (2020). Assessment of agro-climatic potential in agricultural areas in the vicinities of Nur-Sultan (Kazakhstan), Barnaul (Russia, Altai Krai) and Novokuznetsk (Russia, Kemerovskaya Oblast). *Ukrainian Journal of Ecology*. 10 (3): 221-224. https://doi.org/10.15421/2020_1577.

9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: Колос, 1985. – 351 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Bischoff, N., et al. (2016). Land-Use Change under Different Climatic Conditions: Consequences for Organic Matter and Microbial Communities in Siberian Steppe Soils. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 235. 10.1016/j.agee.2016.10.022.

2. Levykin S.V., et al. (2019). Environmental and landscape significance of steppe megaprojects. *Ukrainian Journal of Ecology*. 9 (3): 371-375.

3. Maksimova, N.B. i dr. Dinamika vlagoobespechennosti territorii po agroklimatechskim rayonam Altayskogo kraya / N.B. Maksimova,

D.V. Arnaut, G.G. Morkovkin // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – No. 5 (139). – S. 77-81.

4. Strategiya sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya Altayskogo kraja do 2025 goda [Elektronnyy resurs]: http://www.econom22.ru/upload/iblock/f3c/Zakon86-zs_121121.pdf (data obrashcheniya 13.11.2020 g.).

5. Belyaev, V.I., et al. (2020). Autumn Tillage, Soil Moisture Content, and Crop Yields. In: Frühauf M., Guggenberger G., Meinel T., Theesfeld I., Lentz S. (eds) KULUNDA: Climate Smart Agriculture. Innovations in Landscape Research. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15927-6_26.

6. Eshchenko, E.G. Variirovanie urozhaynosti selskokhozyaystvennykh kultur pod vozdeystviem razlichnykh faktorov / E.G. Eshchenko,

S.I. Eshchenko, V.L. Tatarintsev, L.M. Tatarintsev // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – No. 9 (167). – S. 46-52.

7. Maksimova, N.B. Pochvenno-klimaticheskie arealy produktivnosti zernovykh kultur Altayskogo kraja: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk / N.B. Maksimova. – Barnaul, 1995. – 12 s.

8. Belyaev, V., Sokolova, L., Matsyura, A. (2020). Assessment of agro-climatic potential in agricultural areas in the vicinities of Nur-Sultan (Kazakhstan), Barnaul (Russia, Altai Krai) and Novokuznetsk (Russia, Kemerovskaya Oblast). *Ukrainian Journal of Ecology*. 10 (3): 221-224. https://doi.org/10.15421/2020_1577.

9. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) / B.A. Dospekhov. – Moskva: Kolos, 1985. – 351 s.

