

К. А. Семенова^{1}, Е. С. Волкова¹*

Климатические ресурсы для выращивания картофеля на юге Томской области

¹ Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск,
Российская Федерация
* e-mail: ksenia_ska@mail.ru

Аннотация. На юге Западной Сибири климатические условия благоприятствуют возделыванию одной из популярных в России сельхозкультур – картофеля. Среди сибирских картофелеводческих регионов климатические ресурсы Томской области позволяют успешно заниматься выращиванием картофеля и получать высокие урожаи. Однако, в условиях изменения некоторых климатических параметров появляются неблагоприятные факторы для повышения урожайности. Целью данного исследования является методологическое обоснование наиболее благоприятных периодов для возделывания картофеля и факторов риска для развития культуры на примере территории Томского района Томской области. Для исследуемой территории выделен ряд климатических характеристик, определяющих урожайность и качество картофеля. На основе анализа метеоданных за период с 2000 по 2023 гг. оценены климатические ресурсы и вероятность проявления неблагоприятных климатических явлений через относительную частоту их наступления. Установлено, что в данной местности климатические ресурсы отвечают всем требованиям к условиям произрастания картофеля. Наиболее оптимальный период для посадки картофеля приходится на вторую и третью декаду мая. С этого периода до предполагаемых сроков уборки урожая сумма активных температур более 10°C в среднем составляет 1800°C. Результаты показывают, что наибольший ущерб местному картофелеводству наносят поздние заморозки, низкая влажность воздуха весной и июльские обильные продолжительные осадки. Вероятность проявления этих явлений колеблется по годам. Сделанные в ходе исследования выводы и рекомендации на практике могут представлять интерес для крупных фермерских хозяйств и местного населения, занимающихся картофелеводством.

Ключевые слова: ресурсы климата, климатические риски, картофелеводство, юг Западной Сибири

К. А. Semenova^{1}, E. S. Volkova¹*

Climatic resources for potato cultivation in the south of the Tomsk region

¹Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk, Russia
* e-mail: ksenia_ska@mail.ru

Abstract. In the south of Western Siberia, climate conditions are favorable for the cultivation of potatoes, one of the most popular crops in Russia. Among the regions that grow potatoes in Siberia, the Tomsk region has the best climatic resources for successful cultivation and high yields. However, with changes in certain climatic parameters, some unfavorable factors can increase the risk of low yields. The aim of this study is to methodologically justify the most favorable times for potato cultivation and identify risk factors for crop development, using the territory of the Tomsk region as an example. A number of climatic factors have been identified for the study area that affects the yield and quality of potatoes. Based on an analysis of meteorological data from 2000 to 2023, we estimate

the climatic resources available and the likelihood of adverse climatic events through their relative frequency. It has been found that; the climate is quite favorable for potato growing in this area. The most favorable time for planting potatoes is the second and third weeks of May. During this period, the average sum of active temperature above +10°C is 1800°C until the expected harvest date. However, there are some adverse events that can cause damage to local potato production. These include late spring frost, low spring humidity, and heavy, prolonged rainfall in July. The likelihood of these events varies from year to year. The conclusions and recommendations derived from the study may be of practical interest to the large farms and local farmers who engage in potato farming.

Keywords: climate resources, climate risks, potato growing, south of Western Siberia

Введение

Национальные интересы продовольственной безопасности нашей страны предполагают повышение степени самообеспечения основными продуктами питания [1]. К числу таковых относится популярная у населения сельхозкультура – картофель, потребление которой у россиян остается в ряду самых высоких в мире [2, 3]. По данным Росстата на душу населения в Российской Федерации приходится 111 кг картофеля в год [4]. Среди лидирующих картофелеводческих регионов наиболее благоприятными почвенно-климатическими условиями для выращивания этой культуры располагают сельхозгодия южных районов Западной Сибири, на фоне которых выделяется Томская область. На этой территории такие неблагоприятные климатические факторы, как сильный и продолжительный засушливый период и длительный период с сильными осадками при низких температурах воздуха наблюдаются не так часто. Тем не менее, эти погодные явления в отдельные годы могут привести к ощутимому снижению урожайности картофеля.

Для повышения продуктивности культуры сибирскими учеными и аграриями ведутся перспективные селекционные работы, внедряются новые технологии, совершенствуются технические средства и проводятся работы по профилактике различных заболеваний [3, 5, 6]. Исследований, посвященных оценке климатических ресурсов и их влиянию на продуктивность картофеля на юге Западной Сибири, значительно меньше [7, 8]. В целом задача комплексного анализа климатических ресурсов и рисков для успешного развития регионального картофелеводства остается до конца не решенной. В связи с этим, целью исследования является оценка наиболее благоприятных климатических условий для возделывания картофеля и вместе с тем, анализ факторов риска для роста и развития культуры на примере территории Томского района Томской области.

Материалы и методы

В данном исследовании для рассматриваемой территории выделены две группы климатических показателей, определяющих урожайность и качество картофеля. Первая группа включает характеристику климатических ресурсов: дата наступления периода активной вегетации, продолжительность периода активной вегетации, сумма активных температур более 10°C (САТ), температура почвы на глубине 10 см. Вторая группа описывает случаи неблагоприятных климатиче-

ских явлений: опасные заморозки (температура воздуха $\leq -1,5^{\circ}\text{C}$), низкая влажность воздуха (влажность воздуха $\leq 30\%$), жаркая погода (температура воздуха $\geq 30^{\circ}\text{C}$ в течение не менее 5 суток), сильные осадки (осадки более ≥ 15 мм/сутки).

Для анализа временной динамики были использованы массивы метеоданных ООО «Расписание погоды» [9] и ряды данных, включенные в базу National Centers for Environmental Information [10] за период с 2000 по 2023 гг. по метеостанции г. Томска. Временной интервал, учитывающий устойчивый переход среднесуточной температуры через $+10^{\circ}\text{C}$ в период активной вегетации выбран с 1 мая по 10 сентября. Для выявления характеристик активной вегетации использовалась методика определения дат устойчивого перехода температуры воздуха через определенные значения, описанная Д.А. Педь [11]. Многолетний термический режим почв на глубине 10 см анализировался по выборке из массива базы данных лаборатории мониторинга лесных экосистем ИМКЭС СО РАН [12].

Методика оценки природно-климатических рисков строится на вероятности наступления неблагоприятных для развития картофеля климатических явлений и определяется, как правило, через относительную частоту, с которой конкретное событие проявляется внутри класса событий [13, 14, 15]. Вероятность наступления неблагоприятного явления анализируется по декадам вегетационного периода по фенологическим фазам развития картофеля.

Результаты

Ряд авторов отмечает изменение сроков устойчивых переходов среднесуточных температур через 0°C , 5°C и 10°C и увеличение сроков вегетационного периода на юге Западной Сибири [8, 16, 17, 18]. В этих условиях многие картофелеводческие хозяйства стремятся начать посевные работы в более ранние сроки. Действительно, ранняя посадка картофеля предопределяет преждевременные сроки созревания, однако, нужно учитывать климатические факторы, сказывающиеся на конечной урожайности культуры и ее лежкости.

С начала XXI в. наступление даты устойчивого перехода через 10°C на ст. Томск варьировало – начиная с первой декады мая и заканчивая концом первой декады июня. Вероятность сроков наступления устойчивого перехода в первой декаде мая составила всего 26 %, в большинстве случаев (42 %), выпадая на вторую декаду мая, а 32 % – на конец мая и начало июня. САТ, необходимая для оптимального развития картофеля, на ст. Томск также сильно различается по годам: многолетняя величина имеет значение около 1800°C , в отдельные годы превышая 2000°C (рис. 1). С начала периода активной вегетации до третьей декады августа (первый предполагаемый срок уборки картофеля) показатель САТ в среднем по годам равен 1760°C , до конца первой декады сентября (второй предполагаемый срок уборки картофеля) – 1870°C . С этими показателями коррелирует показатель срока прогрева температуры почвы до 8°C на глубине 10 см, который определяет формирование оптимальных почвенно-климатических условий для посадки картофеля. В Томском районе начало такого периода прихо-

дится в среднем на вторую декаду мая, за исключением некоторых случаев, когда эти условия устанавливались уже в первую декаду мая (2013 г., 2015 г.).

Показатель САТ в совокупности с температурным режимом и суммой осадков отражают те климатические ресурсы, которые влияют на урожайность картофеля (рис. 1). Так, например, в 2012 г. во время теплого периода величина САТ составляла почти 2000°C, среднесуточная температура была высокой (19°C), а количество осадков минимальным (130 мм), соответственно, урожайность картофеля снизилась до 145 ц/га (при средней урожайности в Томском районе 165 ц/га) [19]. Напротив, в 2015 г. САТ достигла 2060°C, среднесуточная температура была оптимальной для роста картофеля – 17°C, выпало достаточное количество осадков – 260 мм, и в этих благоприятных условиях урожайность возросла до 200 ц/га.

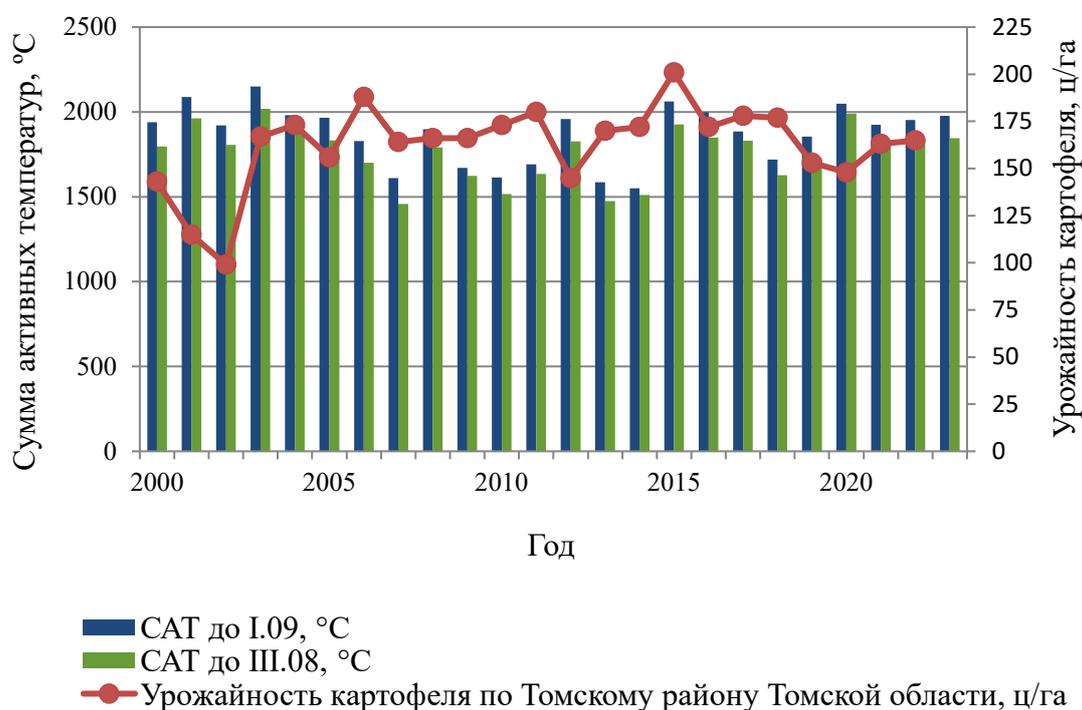


Рис. 1. Соотношение показателей суммы активных температур и урожайности картофеля в Томском районе за период с 2000 по 2023 гг.

Несмотря на благоприятные в целом климатические ресурсы для выращивания картофеля в районе исследования, для каждой фазы развития культуры существуют климатические факторы риска, отрицательно сказывающиеся на конечной продуктивности. В таблице 1 приводится подекадный анализ климатических факторов риска по фазам развития среднеранних сортов картофеля на территории Томского района Томской области с предполагаемым оптимальным сроком посадки в третьей декаде мая.

Вероятность проявления климатических факторов риска по фазам развития для среднеранних сортов картофеля в Томском районе

| Фазы развития растений картофеля | Продолжительность периода по декадам месяца | Вероятность факторов риска, % | | | Сильные осадки |
|---|---|-------------------------------|---|---------------|--|
| | | Опасные заморозки | Низкая влажность воздуха | Жаркая погода | |
| Укоренение и появление всходов | Ш.05 – I.06 | Ш.05 – 16,7% | Ш.05 – 72,2% | – | Ш.05 – 41% |
| Ранний вегетативный рост и развитие столона | I.06 – I.07 | – | I.06 – 55,6% II.06 – 55,6% Ш.06 – 22,2% | – | I.06 – 24% II.06 – 29% Ш.06 – 35% |
| Образование клубней на конце столонов, цветение | I.07 – II.07 | – | I.07 – 27,8% | – | I.07 – 59% |
| Рост клубней, конец цветения | II.07 – I.08 | – | II.07 – 27,8% Ш.07 – 16,7% | II.07 – 5,6% | II.07 – 29% Ш.07 – 47% |
| Созревание клубней и отмирание ботвы | I.08 – I.09 | – | I.08 – 11,1% II.08 – 11,1% | – | I.08 – 29% II.08 – 18% Ш.08 – 47% I.09 – 6% |

На первой фазе лимитирующими факторами для своевременного появления и полноценного роста всходов могут выступать сильные заморозки и низкая влажность воздуха. Несмотря на то, что картофель является холодостойкой культурой, поздние весенне-летние заморозки могут нанести ощутимый урон производству картофеля [8]. При ранних сроках посадки вероятность наиболее опасных для всходов картофеля заморозков с температурой минус 1,5°C и ниже максимальна в первой декаде мая и составляет 66,7 %, но к концу месяца она снижается до 16,7 %.

Низкая влажность воздуха, предопределяющая недостаток влаги в почве, в первой и второй декаде мая фиксируется каждый день при слабой вероятности сильных и продолжительных осадков. Третья декада мая характеризуется нарастанием тепла, уменьшением вероятности заморозков и низкой влажности воздуха, увеличением дней с дождливой погодой. Как раз в это время температура почвы в южных районах Томской области на глубине 10 см устойчиво достигает 7°C [12], и среднесуточная температура воздуха, как правило, не опускается ниже 11°C.

На последующих стадиях развития культуры постепенно снижаются риски, связанные с низкой влажностью воздуха. В целом культуре во все фазы развития и роста необходимо оптимальное количество осадков [20]. Вероятность сильных осадков на протяжении всего вегетационного периода колеблется от 6 до 59%. Наибольшие значения приходятся на период бутонизации и цветения, как раз в это время картофелю для роста нужна влага. Однако сильные

и продолжительные осадки, случающиеся в некоторые годы (2002, 2005, 2008, 2022), могут способствовать загниванию клубней и вызывать рост грибковых заболеваний. Например, с середины июля до конца августа 2022 г. на ст. Томск отмечались продолжительные ежедневные осадки, которые привели к вымоканию и загниванию клубней картофеля, что сказалось на его качестве и лежкости. Кроме того, отмечается, что опасность смыва почвы при выпадении сильных осадков усиливается. Так, при посадке картофеля на склоне длиной 300–500 м и крутизной 3–8° объем смыва может достигать до 40-100 м³/га [21].

Наибольшая потребность картофеля во влаге наступает в межфазный период от его цветения до увядания ботвы [20], для Томского района в это время соотношение тепла и влаги оптимально. Но в некоторые годы наблюдается избыток влаги, это наиболее часто случается в третьей декаде июля и в третьей декаде августа, а также в период предполагаемого сбора урожая, т.е. во второй декаде сентября. Высоким абиотическим стрессом для развития в фазу клубнеобразования является жаркая погода [20]. На территории жаркая и сухая погода устанавливается крайне редко, в основном во второй декаде июля с вероятностью 5,6 %. Подобная погода наблюдалась в 2012 г., что сказалось на снижении урожайности по всей Томской области более чем на 10 %. В целом по многолетним данным в районе исследования среднесуточная температура воздуха теплого периода года варьирует от 15°С до 19°С.

Обсуждение

По данным для полного созревания картофеля САТ составляет для ранних и среднеранних сортов 1000-1500°С с периодом созревания 60-80 дней, для среднеспелых и позднеспелых – 1400-1600°С с периодом созревания 80-100 дней, при этом оптимальная температура для картофеля во время вегетативного роста – 17°С [8, 22]. Проведенный анализ климатических ресурсов по показателю САТ за вегетационный период для полного развития растений картофеля в Томском районе составляет от 1400 до 2000 °С, а максимальный период созревания длится около 110 дней при средней многолетней температуре +17°С, что позволяет культивировать многие сорта картофеля. Оценка возможных рисков для картофелеводства показывает, что более оптимальным временем посадок для большинства сортов культуры в регионе исследования является конец мая – начало июня, когда начинается период устойчивого перехода температуры воздуха через +10°С, и температура почвы на глубине 7-10 см достигает +7-8°С. Этот период характеризуется нарастанием тепла, уменьшением вероятности возврата холодов и увеличением количества влажных дней.

Заключение

Таким образом, климатические ресурсы на территории Томского района Томской области создают довольно благоприятные условия для выращивания многих сортов картофеля. В этом вопросе немаловажно правильно выбирать сорт картофеля, учитывать особенности почвенного покрова, а также не прене-

бегать знаниями об опасных для картофелеводства природно-климатических явлений. Вероятность проявления отдельных опасных факторов, влияющих на эффективность производства картофеля в исследуемом районе, имеет значение от 6% до 72,2%. Дальнейшие наши исследования направлены на анализ климатических ресурсов и рисков для картофелеводства по всей территории юга Западной Сибири, и с этих позиций предполагается провести комплексное районирование территории по выделенным показателям. Предлагаемые методологические подходы, выводы и рекомендации на практике могут быть использованы для региональных служб, представлять интерес для частного бизнеса и личных подсобных хозяйств, занимающихся картофелеводством.

Благодарности

Исследование поддержано Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (госзадание ИМКЭС СО РАН, регистрационный номер проекта № 121031300226-5, FWRG-2021-0003).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&firstDoc=1&lastDoc=1&nd=102660479> (дата обращения: 21.03.2024).
2. Арутюнян А.А. Анализ и прогноз состояния и путей развития производства, селекции и семеноводства картофеля в России // Управление рисками в АПК. – 2020. – № 1. – С. 67-74.
3. Девяткина, Л. Н. Производство картофеля: глобальные и национальные дискурсы // Вестник НГИЭИ. – 2018. – № 5(84). – С. 122-134.
4. Регионы России. Социально-экономические показатели 2014 г. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/b14_14p/IssWWW.exe/Stg/d01/04-24.htm (дата обращения: 13.02.2024).
5. Брикач Г. Е., Девяткина Л. Н. Прогнозные сценарии возможного развития производства картофеля в Нижегородской области вплоть до 2020 года // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2017. – № 1 (26). – С. 44–47.
6. Калинин А.Б., Теплинский И.З. Методы и средства управления режимами влагообеспечения в технологии возделывания картофеля // Картофель и овощи. – 2022. – №2. – С. 28-32. DOI: 10.25630/PAV.2022.11.32.004
7. Логинов Ю.П., Казак А.А., Якубышина Л.И. Состояние и перспективы развития картофелеводства в Западной Сибири // Известия Оренбургского Государственного Аграрного Университета. – 2019. – № 1 (75). – С. 50-52.
8. Пивоварова Е.Г., Люцигер А.О., Райхерт Е.В., Кузнецова Т.А. Влияние климатических изменений на урожайность картофеля и моркови в условиях Алтайского Приобья // Известия Алтайского государственного университета. Серия биологическая. – 2011. – № 3-2 (71). – С. 40-44.
9. Расписание погоды rp5.ru. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://rp5.ru/Архив_погоды (дата обращения: 28.03.2024).
10. NOAA`s National Centers for Environmental information (NCEI). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/g sod/> (дата обращения: 12.11.2023)
11. Педь Д.А. Об определении дат устойчивого перехода температуры воздуха через определенные значения // Метеорология и гидрология. – 1951. – № 10. – С. 38–39.

12. Копысов С. Г., Дюкарев А. Г., Никифоров А. Н. Термический режим почв юга таёжной зоны Западной Сибири / Свидетельство о регистрации базы данных № 2022623086, 24.11.2022.
13. Мельник М.А., Волкова Е.С., Мельник С.А. Риски в сфере лесопользования, связанные с опасными природными процессами зимнего периода // Геосферные исследования. – 2020. – №4. – С. 68-83. DOI: 10.17223/25421379/17/6
14. Невидимова О.Г., Волкова Е.С., Мельник М.А., Янкович Е.П. Региональные исследования рисков природопользования в условиях современных климатических изменений: основные подходы и методы оценки // Сибирский экологический журнал. – 2022. – №3. – С. 292-304. DOI: 10.15372/SEJ20220304
15. Истомина Е.П., Слесарева Л.С. Оценка риска экстремальных гидрометеорологических явлений // Гидрология. – 2010. – №16. – С. 14-21.
16. Фомин Э.С., Фомина Т.И. Изменение фенологии многолетних растений в Западной Сибири на фоне глобального потепления климата // Сибирский экологический журнал. – 2021. – Т. 28. – № 5. – С. 543-556. DOI: 10.15372/SEJ20210504
17. Ромашова Т. В. Филандышева Л. Б. , Юркова К. Д. Анализ динамики временных характеристик сезонов года в подтайге Западно-Сибирской равнины за период с 1936 по 2015 г. // Геосферные исследования. – 2017. – № 3. – С. 16–25. DOI: 10.17223/25421379/4/3
18. Барашкова Н.К., Кужевская И.В., Носырева О.В. Климатические характеристики режима устойчивого перехода температуры воздуха через определенные пределы на юге Западной Сибири // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2015. – №1. – С.87-97. . DOI: 10.15356/0373-2444-2015-1-87-97
19. Регионы России. Социально-экономические показатели - 2011 г. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/B11_14p/IssWWW.exe/Stg/d02/15-21.htm (дата обращения: 18.04.2024).
20. Лапшинов Н.А. Урожайность картофеля в зависимости от влагообеспеченности // Достижения науки и техники АПК. – №3. – 2009. – С. 26-28.
21. Евсеева Н. С., Квасникова З. Н. , Кужевская И. В. Ливни как природный риск и их экологические аспекты (на примере южной части Томской области) // Геосферные исследования. – 2021. – № 4. – С. 73–84. DOI: 10.17223/25421379/21/6
22. Левшин А. Г. Возделывание экологически чистого картофеля раннего в двухурожайной культуре в условиях Московской области: практические рекомендации. – Москва: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2020.– 42 с.

© К. А. Семенова, Е. С. Волкова, 2024