

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра метеорологии и климатологии

Исследование корреляционных связей между метеорологическими факторами и урожайностью зерновых культур в Саратовской области

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 2 курса 215 группы

направления 05.04.05 Прикладная гидрометеорология

географического факультета

Магомедова Олега Викторовича

Научный руководитель

д. с. - х. н., профессор

С.И. Пряхина

подпись, дата

Зав. кафедрой

к.г.н., доцент

М.Ю. Червяков

подпись, дата

Саратов 2022

Введение. Население Земли растет с каждым годом, поэтому необходимо каждый год наращивать объемы производимой сельскохозяйственной продукции. Земледелие, как отрасль сельского хозяйства, занимается производством продуктов питания, созданием сырья для некоторых отраслей промышленности, а также производством корма для животных.

Количество урожая, его качество, а также проводимые агротехнические и технические мероприятия определяются климатическими и погодными условиями. Следовательно, для получения высоких урожаев имеет большое значение рациональное использование климатических ресурсов, а так же прогноз ожидаемой урожайности.

Цель работы состоит в рассмотрении биологических, морфологических и экологических особенностей зерновых культур, оценка корреляционных связей между урожайностью яровой пшеницы и продолжительностью всех межфазных периодов, а также исследование влияния продолжительности вегетационного периода и продолжительности межфазных периодов на урожайность яровой пшеницы. Согласно поставленной цели подразумевается решение следующих задач:

1. С помощью специальной научной литературы, а также научных статей рассмотреть биологические, морфологические и экологические особенности зерновых культур.

2. Изучить методы расчета коэффициента корреляции и уравнения регрессии.

3. Рассчитать коэффициенты корреляции для установления связей между продолжительностью вегетационного периода и урожайностью зерновых культур, а так же между гидротермическими факторами и урожайностью зерновых.

4. На основе полученных коэффициентов корреляции вывести уравнения регрессии для наиболее значимых факторов, а так же для продолжительности вегетационного периода.

Задача заключается в том, чтобы рассмотреть связь между продолжительностью вегетационного периода и урожайностью зерновых культур, а так же составить уравнения регрессии на основе тех гидротермических параметров, коэффициент корреляции которых был наибольшим. При написании работы использовались литературные источники, данные по осадкам, температуре, датам наступления фаз развития, а также урожайности по станции НИИ Юго-Восток за период с 1976 по 2005гг. Проведены расчеты коэффициента корреляции, а также получены уравнения регрессии. Результаты, проученные при расчетах, показывают то, как продолжительность вегетационного периода влияет на урожайность, а так же какие факторы влияют на итоговую урожайность. Выявлено, что в случаях озимой пшеницы и проса коэффициенты корреляции низкие и связь между рассматриваемыми параметрами слабая. Рассматривая влияние исследуемых факторов на урожайность яровой пшеницы было выявлено, что наиболее сильная связь наблюдается для средней температуры июля.

Полученные уравнение регрессии могут быть использованы в сельском хозяйстве. Например, по полученному уравнению регрессии, основывающемуся на продолжительности вегетационного периода, можно судить о том, как растение проходило все этапы органогенеза.

Основное содержание работы. В первой главе рассматривается общая характеристика зерновых культур, а также биологические, морфологические и экологические особенности зерновых культур.

По морфологическим особенностям зерновые культуры делят на 3 группы. Хлебные злаки первой группы – пшеница, ячмень, овес и т.д. К хлебным злакам второй группы относят: просо, сорго, рис, кукурузу, чумизу. Третья группа это зерновые бобовые. К ним относятся: соя, горох, фасоль, нут, вика и т.д.

Корневая система у зерновых мочковатая, состоит из отдельных корешков и множества корневых волосков.

Стебель у зерновых культур представляет собой соломину, полую или заполненную сердцевинной. Соломина состоит из 5-7 междоузлий.

Лист состоит из влагалища и листовой пластинки. Влагалище прикреплено к стеблю в нижней части междоузлия и охватывает его в виде трубки. Размер и число листьев меняется в зависимости от культуры, сорта, а также способов и условий возделывания.

У цветка имеется две чешуи: нижняя и верхняя. Между цветковыми чешуями расположены генеративные органы. Плод зерновых культур представляет собой односемянную зерновку.

Ф.М. Куперман выделила 12 фаз органогенеза зерновых культур. Первой фазе роста предшествует прорастание семян. После того как семена проросли они вступают в фазу всходов. Кущение представляет собой процесс подземного ветвления стебля и образование новых побегов из подземных стеблевых узлов.

С началом роста стебля и формированием генеративных органов растения начинается фаза выхода в трубку. Началом выхода в трубку считают такое состояние растений, когда у поверхности почвы на высоте 3 – 5 см легко прощупываются стеблевые узлы.

Колошение, или выметывание, характеризуется появлением соцветия из влагалища верхнего листа. Первыми появляются соцветия на главных побегах, а через 2 – 3 дня на боковых.

Цветение у зерновых культур может начаться как вовремя, так и после наступления колошения. По характеру цветения зерновые культуры делятся на самоопыляющиеся и перекрестноопыляющиеся.

Фазу спелости Н.Н.Кулешов делит на три периода: формирование, налив и созревание. Формирование семян - период от образования до установления окончательной длины зерна. Налив – период от начала отложения крахмала в эндосперме до прекращения этого процесса. Период созревания зерна начинается, когда прекращается поступление пластических веществ.

Для фазы восковой спелости характерно изменение цвета оболочки зерна на желтый. Данная фаза длится 3-6 дней. В фазу твердой спелости зерно на изломе мучнистое или стекловидное.

Вторая глава посвящена изучению влияния продолжительности вегетационного периода на урожайность зерновых культур. На рисунках 1, 2 и 3 приведено распределение урожайности по градациям.

Как видно из рисунка 1 с увеличением продолжительности вегетационного периода яровой пшеницы урожайность так же возрастает. Наибольшая урожайность отмечается при продолжительности вегетационного периода 100-115 дней. Снижение урожайности при продолжительности вегетационного периода более 115 дней связано с перезреванием и последующим осыпанием зерна.

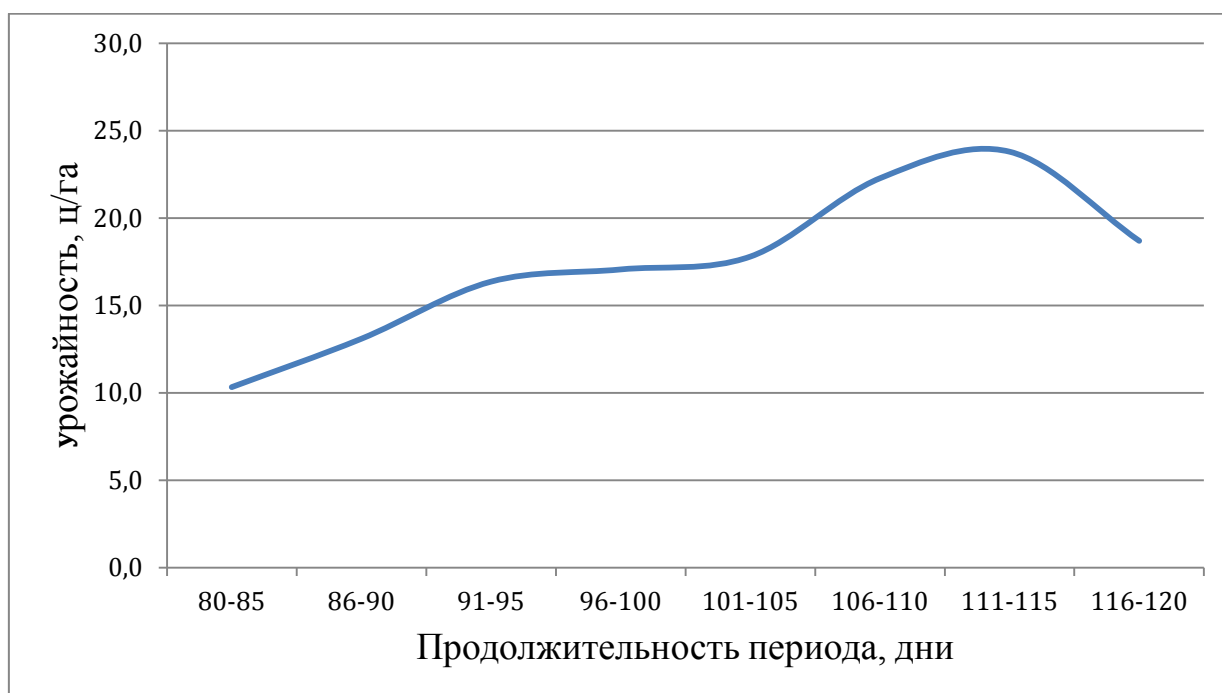


Рисунок 1 – Зависимость урожайности яровой пшеницы от продолжительности вегетационного периода (составлено автором)



Рисунок 2 – Зависимость урожайности озимой пшеницы от продолжительности вегетационного периода (составлено автором)

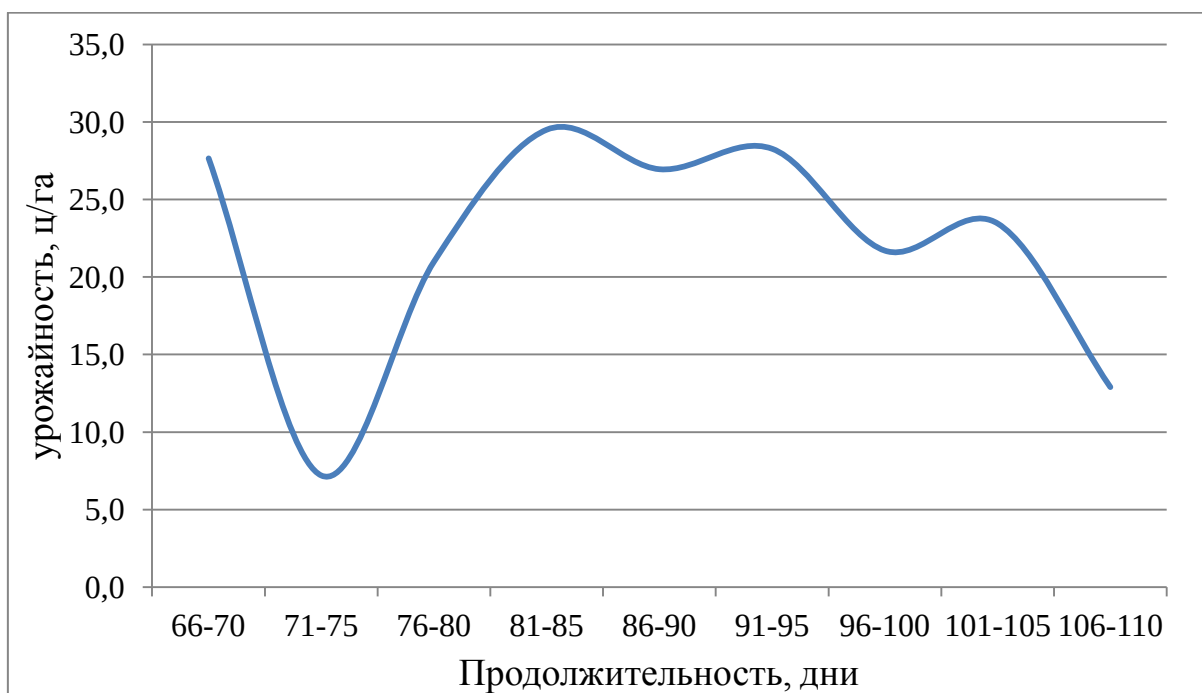


Рисунок 3 – Зависимость урожайности проса от продолжительности вегетационного периода (составлено автором)

Как видно из рисунка 2 с увеличением продолжительности вегетационного периода озимой пшеницы урожайность сначала возрастает, а затем изменяется в небольших пределах. Наибольшая урожайность отмечается при продолжительности вегетационного периода 315-325 дней. У озимой пшеницы не наблюдается процесс осыпания зерна, по этому при продолжительности вегетационного периода более 325 падение урожайности не отмечается.

Анализируя рисунок 3 можно заметить резкое снижение урожайности при длительности вегетационного периода 71-75. Это снижение отмечается чисто статистически ввиду того, что в данную градацию попало мало лет, и они были с низкой урожайностью.

Наибольшая урожайность проса наблюдается при продолжительности вегетационного периода 85-95 дней. Так же, как и в случае с яровой пшеницей, просо подвержено осыпанию зерна, однако падение урожайности на графике не такое резкое, но начинается сильно раньше. Это связано с тем, что просо очень сильно подвержено осыпанию.

Так же для каждой культуры были рассчитаны коэффициенты корреляции и уравнения регрессии. Полученные коэффициенты корреляции представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Межфазные периоды с наибольшими значениями коэффициента корреляции

Культура	Коэффициент корреляции r	Средняя ошибка σ_r	Вероятная ошибка E_r	Наиболее вероятное значение коэфф. коррел. $r + E_r$
Яровая пшеница	0,36	0,16	$\pm 0,11$	$\begin{cases} 0,47 \\ 0,25 \end{cases}$
Озимая пшеница	0,26	0,18	$\pm 0,12$	$\begin{cases} 0,38 \\ 0,14 \end{cases}$
Просо	-0,1	0,2	$\pm 0,13$	$\begin{cases} 0,03 \\ -0,23 \end{cases}$

Уравнение регрессии для яровой пшеницы:

$$Y=0,3056X - 12,15, \quad (1)$$

Уравнение регрессии для озимой пшеницы:

$$Y=0,4786X - 119,14, \quad (2)$$

Уравнение регрессии для проса:

$$Y=-0,09X + 32,69, \quad (3)$$

Оправдываемость уравнения (1) составила 62,66%. Отклонение прогностической урожайности от фактической изменяется в пределах от 0 до 17,8 ц/г. Полученный результат говорит о том, что при прогнозировании урожайности необходимо учитывать влияние на урожайность погодных условий, а так же продолжительность отдельно взятых межфазных периодов.

Оправдываемость уравнения (2) составила 68,59%. Отклонение прогностической урожайности от фактической изменяется в пределах от 1 до 20 ц/г. Полученный результат говорит о том, что при прогнозировании урожайности необходимо учитывать влияние на урожайность погодных условий, а так же условий перезимовки и продолжительность каждой фазы развития в отдельности.

Оправдываемость уравнения (3) составила 71,38%. Отклонение прогностической урожайности от фактической изменяется в пределах от 0 до 18,7 ц/га. Близкий к нулю коэффициент корреляции указывает на то, что линейная связь между этими параметрами отсутствует, однако на графике связь хорошо просматривалось. Озвученные выше факты позволяют сделать вывод о наличии одного из видов нелинейной связи между исследуемыми параметрами.

В третьей главе рассматривается корреляционная зависимость различными гидротермическими факторами и урожайностью зерновых культур. Результаты расчетов коэффициентов корреляции приведены в таблицах 2, 3 и 4.

Таблица 2 – Расчет коэффициентов корреляции для яровой пшеницы

Параметр	Коэффициент корреляции r	Средняя ошибка σ_r	Вероятная ошибка E_r	Наиболее вероятное значение коэфф. коррел. $r + E_r$
Средняя температура июня	-0,51	0,14	$\pm 0,09$	$\begin{cases} -0,42 \\ -0,60 \end{cases}$
Средняя температура июля	-0,56	0,13	$\pm 0,09$	$\begin{cases} -0,47 \\ -0,65 \end{cases}$
Сумма активных температур за период май-август	-0,46	0,15	$\pm 0,10$	$\begin{cases} -0,36 \\ -0,56 \end{cases}$
Сумма активных температур за вегет. период	-0,06	0,19	$\pm 0,12$	$\begin{cases} 0,06 \\ -0,18 \end{cases}$
Сумма осадков	0,47	0,14	$\pm 0,10$	$\begin{cases} 0,57 \\ 0,37 \end{cases}$

Для яровой пшеницы по температурной характеристики, показавшей наибольшее по модулю значение коэффициента корреляции, а так же по сумме осадков были получены уравнения линии прямой регрессии.

Для средней температуры июля получили следующее уравнение:

$$Y = -2,52X + 71,24, \quad (4)$$

Для суммы осадков:

$$Y = 0,05 + 7,09, \quad (5)$$

Таблица 3 – Расчет коэффициентов корреляции для озимой пшеницы

Параметр	Коэффициент корреляции r	Средняя ошибка σ_r	Вероятная ошибка E_r	Наиболее вероятное значение коэфф. коррел. $r + E_r$
Средняя температура июня	-0,19	0,19	$\pm 0,12$	$\begin{cases} -0,07 \\ -0,31 \end{cases}$
Сумма активных температур за период май-август	-0,26	0,18	$\pm 0,12$	$\begin{cases} -0,14 \\ -0,38 \end{cases}$
Сумма активных температур за вегет. период	0	0,19	$\pm 0,13$	$\begin{cases} 0,13 \\ -0,13 \end{cases}$
Сумма осадков	0,23	0,18	$\pm 0,12$	$\begin{cases} 0,35 \\ 0,11 \end{cases}$

В связи с тем, что в случае озимой все рассмотренные параметры не показали наличие сильной связи с урожайностью озимой пшеницы, расчеты линии прямой регрессии проводиться не будут.

Таблица 4 – Расчет коэффициентов корреляции для проса

Параметр	Коэффициент корреляции r	Средняя ошибка σ_r	Вероятная ошибка E_r	Наиболее вероятное значение коэфф. коррел. $r + E_r$
Средняя температура июня	-0,25	0,19	$\pm 0,13$	$\begin{cases} -0,12 \\ -0,38 \end{cases}$
Средняя температура июля	-0,36	0,17	$\pm 0,12$	$\begin{cases} -0,24 \\ -0,48 \end{cases}$
Сумма активных температур за период май-август	-0,24	0,19	$\pm 0,13$	$\begin{cases} -0,11 \\ -0,37 \end{cases}$
Сумма активных температур за вегет. период	-0,17	0,19	$\pm 0,13$	$\begin{cases} -0,04 \\ -0,30 \end{cases}$
Сумма осадков	0,12	0,2	$\pm 0,13$	$\begin{cases} 0,25 \\ -0,01 \end{cases}$

В случае проса имеет смысл проводить расчет уравнения прямой регрессии только для средней температуры июля. Получившееся уравнение имеет следующий вид:

$$Y = -1,94X + 67,56, \quad (6)$$

Заключение. По результатам проделанной работы были сделаны следующие выводы:

1 Зерновые культуры являются важнейшей группой растений, которое даёт зерно, из которого в последствии изготавливают хлеб и макаронные изделия. Также зерновые культуры являются важным источником сырья.

2 Продолжительность вегетационного периода яровой пшеницы прямо пропорционально влияет на её урожайность. Однако при продолжительности вегетационного периода более 115 дней наблюдается стекание зерна, что приводит к снижению урожайности. Так же, на основе имеющихся данных, было рассчитано уравнение прямой регрессии. Точность полученного уравнения составила 62,66%.

3 Влияние продолжительности вегетационного периода озимой пшеницы на урожайность не такое однозначное. Сначала с увеличением продолжительности отмечается рост урожайности, а затем урожайность меняется в небольших пределах. Даже при большой продолжительности вегетационного периода падения урожайности отмечено не было. Это говорит о том, что озимая пшеница практически не подвержена осыпанию зерна. Точность полученного уравнения регрессии составила 68,59%.

4 Влияние продолжительности вегетационного периода проса на урожайность, скорее всего, носит нелинейный характер. Сначала при увеличении продолжительности вегетационного периода урожайность увеличивается, затем, начиная с продолжительности периода 95 дней, она резко снижается. Такое снижение объясняется тем, что просо сильнее всех зерновых культур подвержено осыпанию зерна.

5 Из исследуемых параметров для яровой пшеницы наибольший коэффициент корреляции показала средняя температура июля. В июле у яровой пшеницы проходит критическая фаза колошения, поэтому в данный период растение предъявляет повышенные требования к температуре и влаге. Уравнение прямой регрессии показывает точность 67,54%.

6 Для озимой пшеницы ни один из исследуемых параметров не показал значительной связи с урожайностью. Это может говорить о наличии нелинейной связи между параметрами и о необходимости исследовать совокупность нескольких факторов. Так же, может быть, что в данном случае выбранные параметры не являются определяющими.

7 В случае проса наибольший коэффициент корреляции показала средняя температура июля. Уравнение прямой регрессии, полученное на основе данной характеристики, показывает точность 70,97%. Однако, все исследуемые параметры в случае проса показали слабую связь. Это может объясняться высокой устойчивостью культуры к влиянию метеорологических условий. Для проса имеет смысл провести анализ, используя сразу несколько предикторов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Марчик, Т.П. Почвоведение с основами растениеводства / Т.П. Марчик, А.Л. Ефремов. -Гродно: Изд-во, ГрГУ, 2006. -248 с.
- 2 Пряхина, С.И. Агрометеорологические условия формирования продуктивности яровой пшеницы по межфазным периодам органогенеза // С.И. Пряхина, Ю.А. Складов, М.Ю. Васильева, Ю.Н. Фридман, А.В. Белоцерковская. Изв. Саратов. ун-та Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2008. Т.8, вып. 1. - С. 22-25.
- 3 Уланова, Е.С. Методы корреляционного и регрессионного анализа в агрометеорологии / Е.С. Уланова, В.Н.Забелин - Л.: Изд-во, Гидрометеиздат,1990. — 207с.
- 4 Майсурян, Н. А. Растениеводство / Н. А. Майсурян, В. Н. Степанов. М.: Изд-во, «Колос». 1971. - 487 с.
- 5 Кабанов П.Г. Погода и поле Саратов: Приволжск.кн.изд-во, 1975 239 с.
- 6 Пряхина, С.И. Модель урожайности яровой пшеницы в условиях саратовской области. // С.И. Пряхина, М.Ю. Васильева, Д.А. Бекетова, Б.А. Кайров. Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2017. Т. 17, вып. 3. - С. 148-150.
- 7 Вавилов, П.П. Растениеводство / П.П. Вавилов, В.В Гриценко, В.С. Кузнецов - М.: Изд-во, Агропромиздат, 1986. - 512 с.