

Г.А. Филенко, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник;
С.А. Васильченко, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник;

Д.П. Донцов, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,
*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур
имени И.Г. Калиненко» (347740, г. Зерноград, Научный городок 3
e-mail: g.filenko@mail.ru)*

ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ЛЕОН В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕТЕОУСЛОВИЙ В ЮЖНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Исследования проводили в 2012-2016 гг. на базе ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур им. И.Г. Калиненко (лаборатория первичного семеноводства и семеноведения), расположенного в южной почвенно-климатической зоне Ростовской области, характеризующейся неустойчивым и недостаточным увлажнением. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый. Объектом исследований являлся сорт ярового ячменя Леон (внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ с 2012 года). Агроклиматические условия в годы проведения исследований значительно различались за вегетационный период как по количеству осадков (от 96,8 мм в 2013 году до 249,8 мм в 2015 году), так и по температурному режиму (от 1923,9°C в 2012 до 1721,9°C в 2014 году), что позволило оценить продуктивность сорта ярового ячменя Леон. В статье приведены результаты изучения влияния метеорологических условий на продолжительность вегетационного периода, урожайность и основные элементы структуры урожая ярового ячменя (число продуктивных стеблей на 1 м², масса зерна с колоса, число зерен в колосе, масса 1000 зерен). Установлена взаимосвязь суммы активных температур, среднесуточной температуры воздуха, суммы осадков, относительной влажности воздуха и гидротермического коэффициента (ГТК) за вегетационный период с основными хозяйственно-ценными признаками ярового ячменя. Сильное положительное влияние на продолжительность вегетационного периода оказала сумма осадков ($r = +0,81$) и ГТК ($r = +0,82$). Относительная влажность воздуха имела сильную корреляционную связь с количеством продуктивных стеблей на 1 м² ($r = 0,87$). На величину урожайности метеорологические условия не оказали сильного влияния, отмечались средние положительные и отрицательные корреляционные связи. Определены значения суммы активных температур и осадков, при которых формируется наибольшая урожайность.

Ключевые слова: яровой ячмень, метеоусловия, урожайность, продуктивность ячменя, гидротермический коэффициент

G.A. Filenko, Candidate of Agricultural Sciences, senior research associate;
S.A. Vasilchenko, Candidate of Agricultural Sciences, senior research associate;
D.P. Dontsov, Candidate of Agricultural Sciences, senior research associate,
FSBSI All-Russian Research Institute of Grain Crops after I.G. Kalinenko
(347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; email: g.filenko@mail.ru)

PRODUCTIVITY OF THE SPRING BARLEY VARIETY ‘LEON’ IN DEPENDENCE OF WEATHER CONDITIONS OF THE SOUTHERN PART OF THE ROSTOV REGION

The research was carried out in 2012-2016 in FSBSI All-Russian Research Institute of Grain Crops after I.G. Kalinenko (the laboratory of primary seed-growing and study of seed), located in the southern soil-climatic area of the Rostov region, characterized with unstable and insufficient humidity. The soil of the experimental plot is calcareous heavy loam blacksoil (chernozem), the object of the study is the spring barley variety ‘Leon’ 9 (introduced into the State List of Breeding Achievements of RF since 2012). The agroclimatic conditions during the years of study significantly differed in the amount of precipitation (from 96.8 mm in 2013 to 249.8 mm in 2015), in temperature regime (from 1923.9⁰C in 2012 to 1721.9⁰C in 2014), that gave an opportunity to evaluate the productivity of the spring barley variety ‘Leon’. The article deals with the study results of the effect of meteorological conditions on the length of vegetation period, productivity of the main element of yield structure of spring barley, i.e. number of productive stems per m², kernel weight per head, number of kernels per head and 1000-seed weight. We have determined the correlation between the sum of active temperatures, average daily temperature of air, amount of precipitation, relative air humidity and hydrothermal coefficient (HTC) during the vegetation period and the main economic-valuable traits of spring barley. The sum of precipitation ($r=+0.81$) and HTC ($r=+0.82$) had a strong positive effect on the length of a vegetation period. The relative air humidity showed a strong correlation with the number of productive stems per m² ($r=0.87$). The meteorological conditions had a slight effect on the productivity; there were average positive and negative correlations. The study determined a sum of active temperatures and precipitation at which the largest yields could be produced.

Keywords: *spring barley, meteorological conditions, productivity, barley productivity, hydrothermal co-efficient.*

Введение. Южный федеральный округ – один из основных зернопроизводящих регионов РФ. Под ячмень здесь отводятся наибольшие площади посева зернофуражных культур. Потенциал урожайности сортов ярового ячменя весьма высокий – более 8,0 т/га [1]. Однако реализация имеющегося потенциала лимитируется метеорологическими

условиями и, в первую очередь, – недостатком влаги [2]. Исследованиями ряда ученых [3,4,5,6] установлено, что общее потребление воды у ярового ячменя возрастает в период от всходов до колошения. Максимальный расход приходится на фазу «выход в трубку – колошение». Недостаток воды в этот период оказывает отрицательное влияние на урожайность зерна ячменя. Дефицит влаги в фазу молочной спелости сопровождается преждевременным усыханием стеблей и листьев, прекращением образования крахмала в зерне, снижением выравненности и крупности зерна. В то же время метеорологические условия вегетации культуры к середине лета ужесточаются – повышается температура, снижается влажность воздуха. В связи с этим урожайность ячменя в значительной степени определяется не запасами влаги в почве, как у озимых культур, а осадками в середине лета. Температура окружающей среды также играет немаловажную роль [7].

Данные обстоятельства делают особенно актуальным выявление роли метеорологических факторов в формировании урожайности ярового ячменя.

Цель исследований – выявить изменения продуктивности сорта ярового ячменя Леон в зависимости от метеорологических условий южной зоны Ростовской области.

Материалы и методы. Исследования проведены в 2012-2016 гг. на опытном поле ФГБНУ ВНИИЗК им. И.Г. Калининко, расположенном в южной почвенно-климатической зоне Ростовской области. Объектом исследований являлся сорт ярового ячменя Леон (внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ с 2012 года). По сравнению со стандартом Приазовский 9 новый сорт имеет более высокие значения признаков «количество продуктивных стеблей на 1 м² и число зерен в колосе», «натура зерна» и характеризуется высокой засухоустойчивостью и жаростойкостью. Хорошо выносит засуху в течение всего периода вегетации, особенно в фазу налива зерна [8].

Зона проведения опытов характеризуется полузасушливым климатом с умеренно жарким летом и умеренно холодной зимой: среднемноголетнее количество осадков – 488,5 мм, сумма температур за период активной вегетации превышает 3400°C, среднегодовая температура +9,4°C. Продолжительность безморозного периода – 180-200 дней. С апреля по июль отмечается 60-65 суховейных дней [9].

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы: pH– 7,1; гумус – 3,5 %; P₂O₅ – 20-25; K₂O – 300-350 мг/кг [10].

Технология выращивания общепринятая для южной зоны Ростовской области [11]. Посев проводили сеялкой Amazone D9 6000 TC с нормой высева 4,0 млн всхожих семян на гектар в оптимальные агротехнические сроки. Площадь учетной делянки – 50 м², повторность – трехкратная, предшественник – горох. Перед уборкой урожая на опытном

участке проведён учёт густоты продуктивного стеблестоя и отбор снопов для оценки основных элементов структуры урожая. Уборку делянок осуществляли в период полного созревания зерна с помощью малогабаритного комбайна Wintersteiger Classic.

Гидротермический коэффициент Селянинова определяли по формуле $K=R*10/T$, где R – сумма осадков в миллиметрах за период с температурами воздуха выше 10°C, T – сумма температур в градусах за то же время [12].

Математическую обработку полученных результатов проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [13] с использованием программ Excel 2003 и Statistica 6.0 на персональном компьютере.

Результаты. В годы исследований сумма активных температур за вегетационный период колебалась в пределах от 1721°C (2014г/) до 1923°C (2012г/). Среднесуточная температура воздуха находилась в пределах от 17,8 до 20,7°C. Наиболее увлажненным был 2015 год, сумма выпавших атмосферных осадков за вегетацию составила 249,8 мм, а наименее увлажненным оказался 2013 год – 96,8 мм. Относительная влажность воздуха в период вегетации была оптимальной для развития растений ярового ячменя и находилась в пределах от 52,7 (2013г.) до 65,1% (2016г.). Величина гидротермического коэффициента за вегетацию ярового ячменя варьировала от 0,52 (2013г.) до 1,51 (2015г.) (таблица 1).

1. Сумма температур и осадков за вегетационный период ярового ячменя сорта Леон (2012-2016 гг.)

Год	Сумма температур, °C	Среднесуточная температура воздуха за вегетационный период, °C	Сумма осадков, мм	Относительная влажность воздуха, %	ГТК
2012	1923,9	21,4	148,2	60,3	0,77
2013	1883,4	20,7	96,8	52,7	0,52
2014	1721,9	19,1	168,9	60,5	1,00
2015	1742,0	17,8	249,8	63,3	1,51
2016	1741,6	18,0	201,4	65,1	1,18

На продолжительность вегетационного периода ярового ячменя большое влияние оказывала температура воздуха. При повышенных температурах воздуха отмечалось более быстрое развитие растений, что наблюдалось в 2012 году, когда при среднесуточной температуре воздуха 21,4°C продолжительность вегетационного периода была наименьшей за годы исследований и составила 90 дней. Понижение температуры воздуха до 17,8°C в совокупности с обильным количеством осадков (249,8 мм) способствовало увеличению продолжительности вегетационного периода сорта Леон до 98 дней.

От складывающихся погодных условий зависят элементы структуры урожая. Так, наименьшее количество стеблей (285 шт./м²) отмечалось в засушливом 2013 году, когда за

вегетационный период выпало 96,8 мм осадков, а наибольшая (330 шт./м²) – в увлажнённом 2016 году (201,4 мм) (рис. 1).

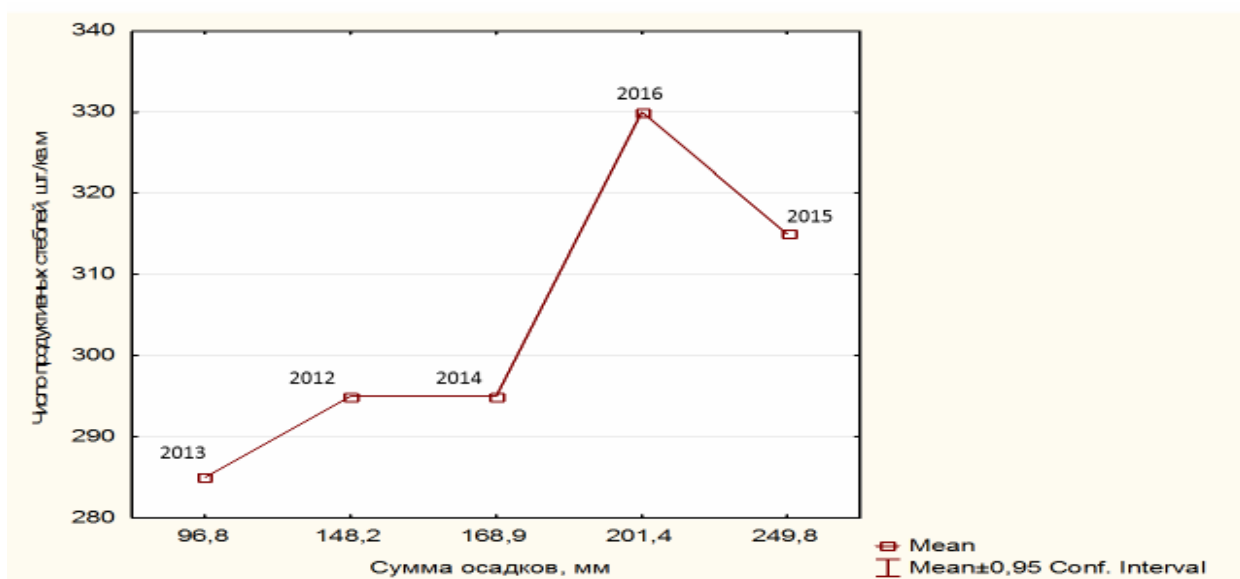


Рис. 1. Зависимость признака «число продуктивных стеблей на кв.м» от суммы осадков по годам

Температура воздуха также оказала влияние на один из важнейших элементов зерновой продуктивности – число зерен в колосе. Наибольшее число зерен в колосе (27,5 шт.) было сформировано в 2016 году, когда среднесуточная температура воздуха за вегетационный период составляла 18,0°C; наименьшее значение (24,0 и 24,5 шт.) отмечалось в 2012 и 2013 годах (рис. 2).

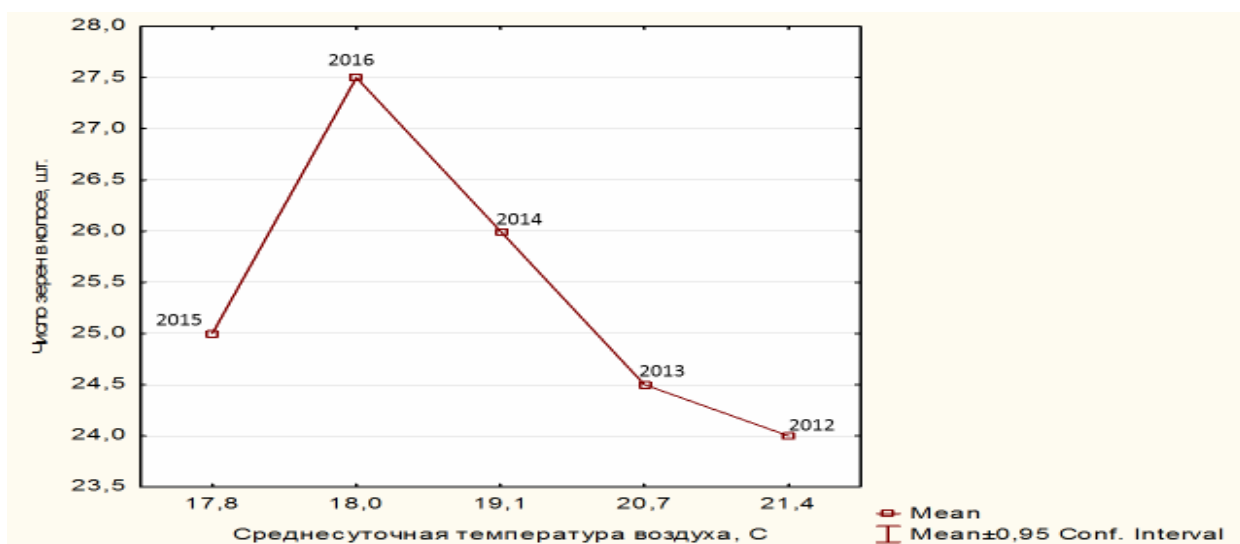


Рис. 2. Зависимость признака «число зерен в колосе» от среднесуточной температуры воздуха по годам

Несмотря на то, что в 2015 году было зафиксировано максимальное количество осадков за вегетационный период, из-за неравномерного их распределения (87 мм или

35% выпало в последние 20 дней вегетации в виде сильных дождей), растения не смогли эффективно усвоить влагу, поэтому в этом году отмечалась наименьшая масса зерна с колоса. Максимальное значение данного признака (1,26 г) было отмечено в 2016 году, когда распределение осадков было более равномерным в течение всего вегетационного периода, что оказало благоприятное влияние на налив зерна (рис. 3).

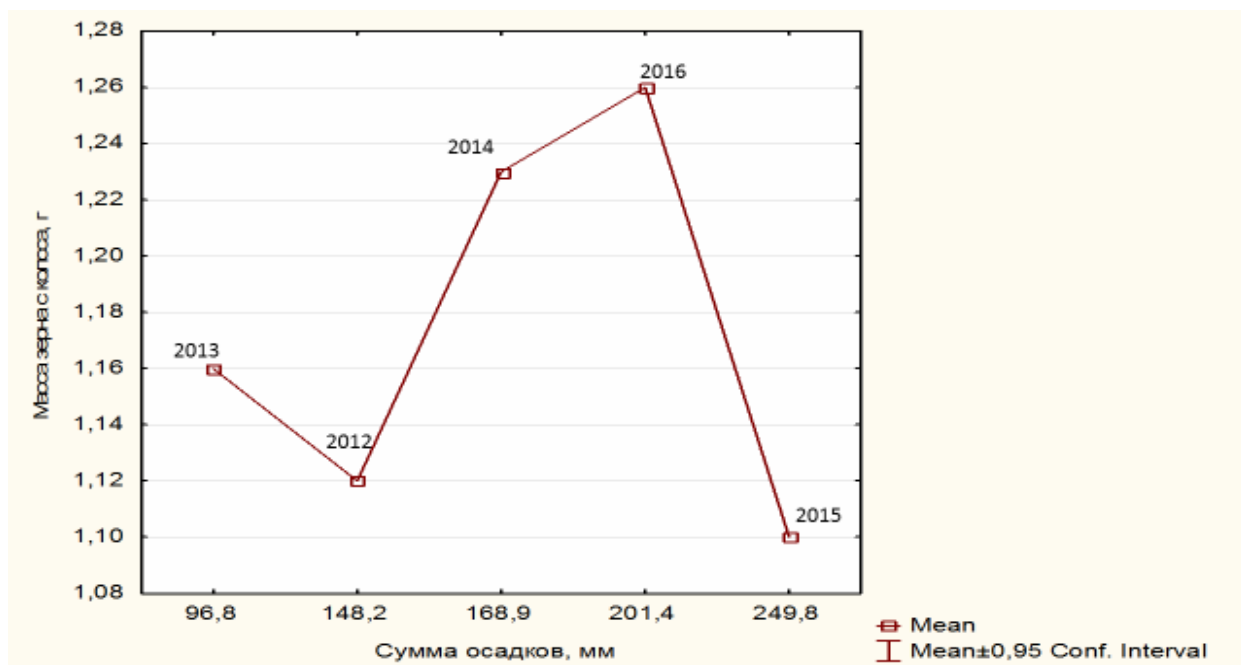


Рис.3. Зависимость признака «масса зерна с колоса»
от суммы осадков по годам

На массу 1000 зерен ярового ячменя большое влияние оказали как осадки, так и температура воздуха (более высокие значения отмечались в годы с суммой осадков за вегетацию 96,8–168,9 мм и среднесуточной температурой воздуха 19,1–21,4°C) (рис. 4).

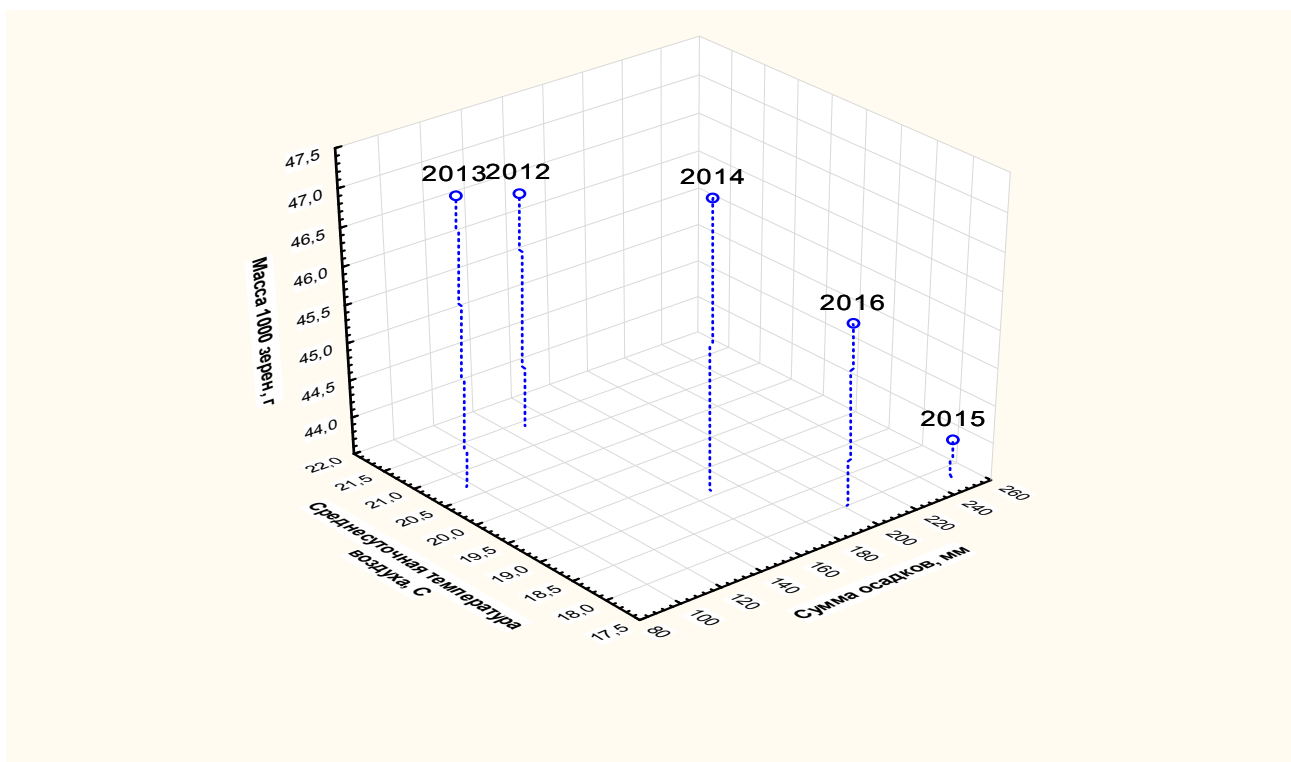


Рис. 4. Зависимость признака «масса 1000 зерен» от среднесуточной температуры воздуха и суммы осадков по годам

Урожайность зерна ярового ячменя варьировала в пределах от 3,3 (2012г) до 4,2 (2016г) т/га (табл. 2).

2. Структура продуктивности сорта ярового ячменя Леон (2012-2016 гг.)

Годы	Вегетационный период, дни	Число продуктивных стеблей, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га
2012	90	295	24,0	1,12	46,6	3,3
2013	91	285	24,5	1,16	47,3	3,3
2014	90	295	26,0	1,23	47,3	3,6
2015	98	315	25,0	1,10	44,0	3,5
2016	97	330	27,5	1,26	45,9	4,2
НСР _{0,5}		15	1,3	0,06	2,3	0,2

Проведённый анализ зависимости длины вегетационного периода от метеорологических условий выявил сильные положительные корреляции с суммой осадков ($r = +0,81$) и ГТК ($r = +0,82$), а также среднюю положительную корреляцию с

относительной влажностью воздуха ($r = +0,65$). Сильная ($r = -0,84$) и средняя ($r = -0,56$) отрицательные корреляции отмечены между среднесуточной температурой воздуха, суммой активных температур и продолжительностью вегетации соответственно.

Выявлены сильные отрицательные корреляции между числом зерен в колосе, средней температурой воздуха ($r = -0,72$) и суммой активных температур ($r = -0,76$). Количество продуктивных стеблей на 1 м^2 имело сильную положительную связь с суммой осадков ($r = +0,79$), влажностью воздуха ($r = +0,87$) и ГТК ($r = +0,78$), а с суммой активных температур и среднесуточной температурой воздуха отмечены отрицательные корреляции в средней ($r = -0,61$) и сильной ($r = -0,81$) степени соответственно.

В результате проведенного корреляционного анализа было выявлено, что на величину массы зерна с колоса метеорологические условия не оказали сильного влияния.

Сильные отрицательные корреляции отмечались между массой 1000 зерен, суммой осадков ($-0,88$) и ГТК ($-0,86$). Положительные средние связи отмечались с суммой активных температур, среднесуточной температурой воздуха и массой 1000 зерен ($r = +0,39$ и $r = +0,66$ соответственно). Между массой 1000 зерен, суммой активных температур и среднесуточной температурой воздуха выявлены средние положительные связи ($r = +0,39$ и $r = +0,66$, соответственно).

На величину урожайности зерна ярового ячменя метеорологические условия вегетационного периода не оказали существенного влияния: средние положительные корреляции отмечены с суммой осадков ($r = +0,47$), влажностью воздуха ($r = +0,69$) и ГТК ($r = +0,48$), а средние отрицательные корреляции – с суммой активных температур и среднесуточной температурой воздуха ($r = -0,66$ и $r = -0,69$ соответственно) (таблица 3).

3. Корреляционная зависимость между метеорологическими условиями вегетационного периода и хозяйственно – ценными признаками ярового ячменя

Показатели	Сумма активных температур, °С	Среднесуточная температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм	Влажность, %	ГТК
Вегетационный период, дни	-0,56	-0,84	0,81	0,65	0,82
Продуктивных стеблей, шт./м ²	-0,61	-0,81	0,79	0,87	0,78
Число зерен в колосе, шт.	-0,76	-0,72	0,41	0,60	0,44
Масса колоса, г	-0,50	0,33	-0,07	0,24	-0,03
Масса 1000 зерен, г	0,39	0,66	-0,88	-0,62	-0,86
Урожайность, т/га	-0,66	-0,70	0,47	0,69	0,48

Максимальная урожайность сорта Леон была сформирована в 2016 году при сумме осадков 201,4 мм, сумме температур 1741,6°C и среднесуточной температуре воздуха 18,0°C (рис. 5, 6).

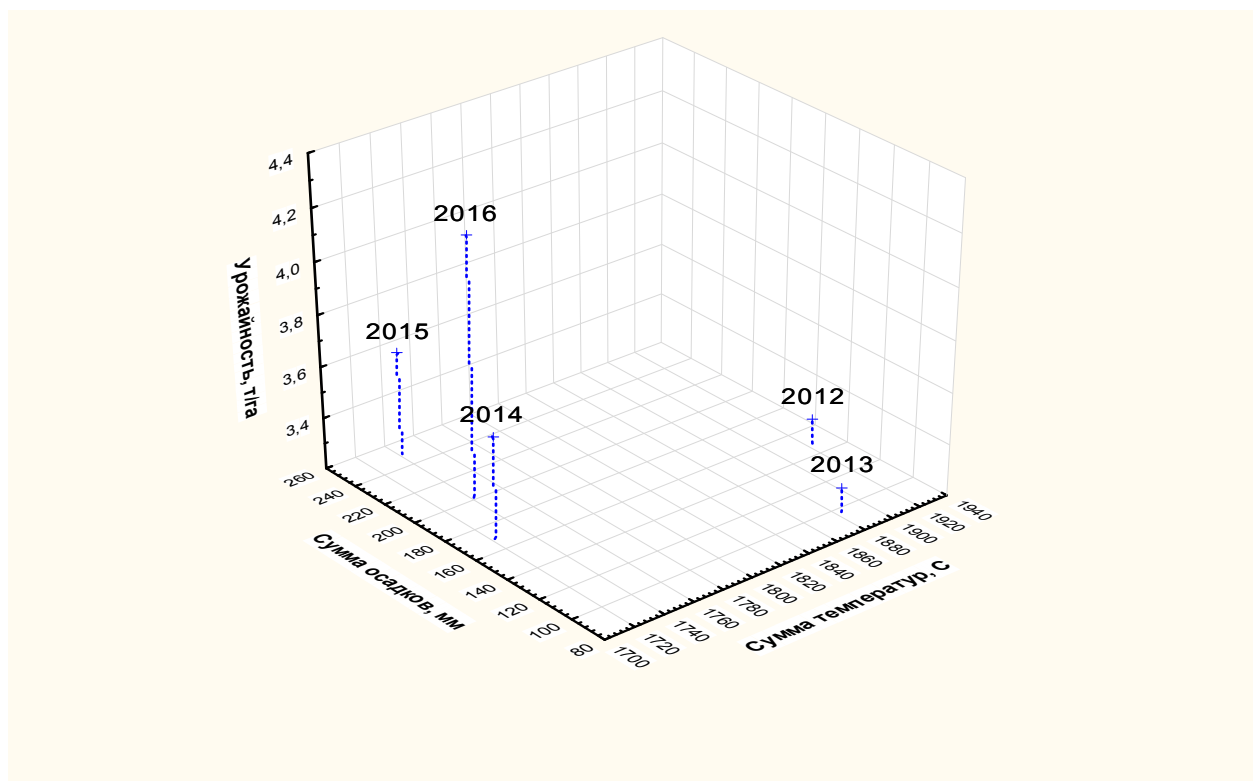


Рис.5. Зависимость урожайности от суммы осадков и температур по годам



Рис.6. Зависимость урожайности от среднесуточной температуры воздуха по годам

В целом за годы исследований высокие показатели урожайности (свыше 3,5 т/га) ярового ячменя отмечены при сумме осадков более 160 мм и суммы активных температур менее 1860 °С за вегетацию, что отражено на графике поверхности (рис. 7).

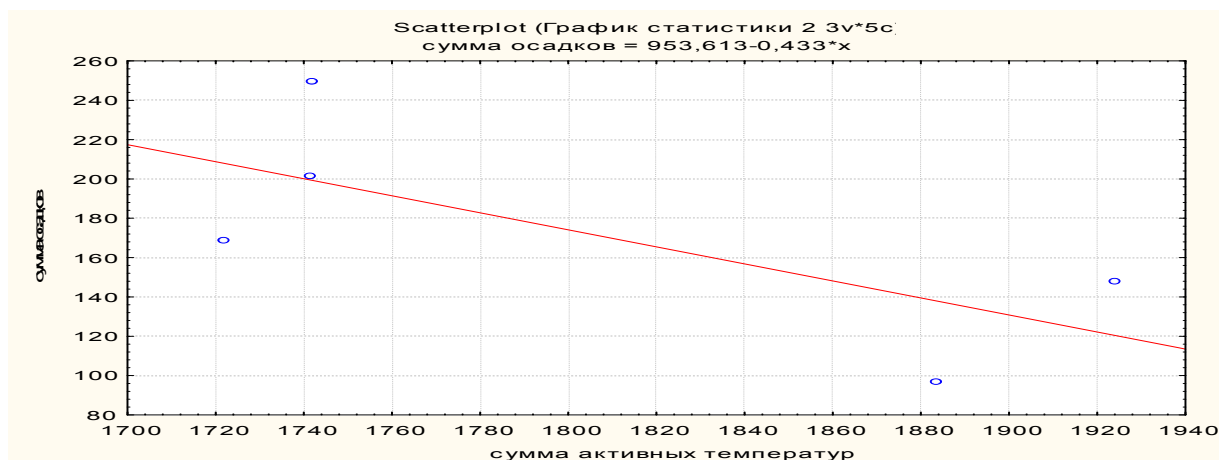


Рис. 7. Влияние суммы осадков и суммы активных температур за вегетационный период на урожайность сорта ярового ячменя Леон

Таким образом, наибольшая урожайность ярового ячменя формировалась в годы с суммой активных температур за вегетацию 1721,9 – 1742,0 °С и суммой осадков 168,9-249,8 мм (2014 - 2016 гг.).

Выводы

1. Среднесуточная температура воздуха оказывала в основном отрицательное влияние на продуктивность ярового ячменя, наибольшие отрицательные корреляции отмечались с продолжительностью вегетационного периода ($r = -0,84$) и числом продуктивных стеблей на 1 м^2 ($r = -0,81$).
2. Сильные положительные корреляции выявлены между суммой осадков и продолжительностью вегетационного периода ($r = -0,81$), количеством продуктивных стеблей на 1 м^2 ($r = 0,79$) и числом зерен в колосе ($r = -0,71$), отрицательная сильная корреляция отмечалась с массой 1000 зерен ($r = -0,88$).
3. На величину урожайности большое влияние оказали сумма активных температур и осадков, где наибольшие значения урожайности отмечены при сумме температур за вегетацию в пределах 1721,9-1742,0°С и сумме осадков 168,9-249,8 мм.

Литература

1. Филиппов, Е.Г. Селекция ярового ячменя / Е.Г. Филиппов, А.В. Алабушев, – Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2014. – 208 с.
2. Филиппов, Е.Г. Методические рекомендации по возделыванию ярового ячменя / Е.Г. Филиппов, Н.Г. Янковский, А.А. Донцова, Д.П. Донцов – Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2012. – 48 с.
3. Алабушев, А.В. Перспективная ресурсосберегающая технология производства ярового ячменя / А.В. Алабушев, Е.Г. Филиппов, В.И. Щербаков, Н.Г. Янковский и др.: Метод. рекомендации. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 60 с.
4. Чекмарев, В.В. Влияние погодных условий на урожайность ярового ячменя / В.В. Чекмарев, О.В. Постовая // Зерновое хозяйство России. – 2013. – №4 – С.5-7.
5. Щенникова, И.Н. Влияние погодных условий на рост и развитие растений ячменя в Кировской области / И.Н. Щенникова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2014.– №4. – С. 9-12.
6. Косяненко, Л.П. Влияние метеоусловий на урожайность сортов ячменя в лесостепи Красноярского края/ Л.П. Косяненко, Ю.И. Серебренников //Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2011. – № 12. – С. 102-105.
7. Алещенко, П.И. Влияние условий вегетации на семенную продуктивность ярового ячменя // П.И. Алещенко, Н.Ю. Петров, Ю.Н. Пинашкин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2010. – № 3. – С. 57-64.
8. Филиппов, Е.Г. Новые засухоустойчивые сорта ярового ячменя / Е.Г. Филиппов, А.А. Донцова, Д.П. Донцов // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 5.– С. 43-45.
9. Бельтюков, Л.П. Удобрения зернового сорго/Л.П. Бельтюков, Н.А. Ключников. – Зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2010. – 136 с.
10. Агафонов, Е.В. Почвы и удобрения Ростовской области: Учебное пособие / Е.В. Агафонов, Е.В. Полуэктов. 2-е изд. – Персиановка, 1999. – 90 с.
11. Зональные системы земледелия Ростовской области (на период 2013-2020 гг.) // Под общ. ред. В.Н. Василенко [Бондаренко С.Г. и др.] – Ростов – на Дону: ООО «Донской издательский дом».- 2013.-Ч.2. -272 с.
12. Лосев, А.П., Агрометеорология /А.П. Лосев, Л.Л. Журика. – М.: КолоС, 2003.– 301 с.
13. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов.– М.: Альянс, 2014.–351 с.

Literature

1. Filippov, E.G. Spring barley breeding / E.G. Filippov, A.V. Alabushev – Rostov-on-Don: ZAO 'Kniga', 2014. – 208 p.
2. Filippov, E.G. Methodical recommendations in cultivation of spring barley / E.G. Filippov, N.G. Yankovsky, A.A. Dontsova, D.P. Dontsov. – Rostov-on-Don: ZAO 'Kniga', 2012. – 48 p.
3. Alabushev, A.V. Promising resource saving technology of spring barley production / A.V. Alabushev, E.G. Filippov, V.I. Shcherbakov, N.G. Yankovsky, et al: Methodical recommendations. – M.: FSRI 'Rosinformagrotech', 2009. – 60 p.
4. Chekmarev, V.V. Effect of weather conditions on spring barley productivity / V.V. Chekmarev, O.V. Postovaya // Grain Economy of Russia. – 2013. – №4– PP.5-7
5. Shchennikova, I.N. The effect of weather conditions on growth and development of barley in the Kirov region / I.N. Shchennikova // Agrarian Science of Euro-North-East. – 2014.– №4. – PP. 9-12.
6. Kosyanenko, L.P. The effect of meteo conditions on barley productivity in the forestry steppe of the Krasnoyarsk Area / L.P. Kosyanenko, Yu.I. Serebrennikov // Vestnik of Krasnoyarsk State Agrarian University. – 2011. – № 12. – PP. 102-105.
7. Aleshchenko, P.I. The effect of vegetation conditions on seed productivity of spring barley / P.I. Aleshchenko, N.Yu. Petrov, Yu.N. Pinashkin // Newsletter of NizhneVolzhsky AgroUniversity Complex: science and higher professional education. – 2010. – № 3. – PP. 57-64.
8. Filippov, E.G. New drought tolerant varieties of spring barley / E.G. Filippov, A.A. Dontsova, D.P. Dontsov // Grain Economy of Russia. – № 5. – 2013. – C.43-45.
9. Beltyukov, L.P. Fertilizers for grain sorghum / L.P. Beltyukov, N.A. Klyuchnikov. – Zernograd, FSBSI HEE ABSAAA, 2010. – 136 p.
10. Agafonov, E.V. Soils and fertilizers of the Rostov region: textbook / E.V. Agafonov, E.V. Poluektov. 2-d ed. – Persiyanovka, 1999. – 90 p.
11. Zoned agricultural systems of the Rostov region (2013-2020) / Edd. V.N. Vasilenko [Bondarenko S.G., et al]. – Rostov-on-Don: OOO "Don Publishing House". – 2013. – P.2. – 272 p.
12. Losev, A.P. Agrometeorology / A.P. Losev, L.L. Zhurika. – M.: Kolos, 2003. – 301 p.
13. Dospekhov, B.A. Methodology of a field trial (with the basis of statistic processing of study results) / B.A. Dospekhov. – M.: Aliyans, 2014. – 351 p.