

Ольга Николаевна Антимонова

Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, Старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства крупяных и сорговых культур, кандидат сельскохозяйственных наук, Россия, Самарская обл., г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский

e-mail: antimonovaolga@list.ru

Любовь Федоровна Сыркина

Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства крупяных и сорговых культур, кандидат сельскохозяйственных наук, Россия, Самарская обл., г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, e-mail: L.syrkina.05@mail.ru

**ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ ПРОСА ПОСЕВНОГО
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ**

Изучение процесса формирования урожайности сортов проса в жестких природных условиях для создания высокопродуктивных, адаптивных сортов не простая, но актуальная задача селекционера. Цель исследований: изучить формирование урожайности сортов проса посевного разных групп спелости в зависимости от гидротермических условий Самарской области. Условия вегетации проса можно охарактеризовать следующим образом: 2014 и 2015 годы более благоприятные; 2016–2018 – неблагоприятные. Урожайность сортов проса по годам колебалась в пределах 1,36–3,00 т/га, коэффициент вариации (CV) доходил до 31,5 %. Анализ влияния суммы активных температур на урожайность сортов проса указал на тесную обратную корреляционную связь у сорта Поволжское 80 ($r = -0,76$, $d = 57,8$ %), среднюю обратную – у сорта Крестьянка ($r = -0,50$, $d = 25,0$ %) и слабую прямую у сорта Россиянка ($r = 0,27$, $d = 7,3$ %) в фазу выметывания – полной спелости. Средняя обратная корреляционная зависимость всех сортов наблюдалась за весь вегетационный период от всходов до полной спелости ($r = -0,55 \dots -0,62$; $d = 30,3–38,4$ %). Влияние количества осадков на урожайность сортов проса показало, что в фазы всходов – кущения и кущения – выметывания отмечалась слабая корреляционная зависимость на всех сортах проса. В фазу выметывания-полной спелости и за весь вегетационный период от всходов до полной спелости наблюдалась средняя прямая корреляционная связь также на всех сортах ($r = 0,44–0,51$, $d = 19,4–21,2$ %) ($r = 0,36–0,49$; $d = 12,9–24,0$ %). В качестве рекомендаций сельхозпроизводителю предлагается выращивать не менее двух сортов проса с разной группой спелости и отзывчивостью на изменения условий среды.

Ключевые слова: сорт, просо, урожайность, корреляция, коэффициент вариации, гидротермический коэффициент.

Olga N. Antimonova

Volga Region Research and Development Institute of Selection and Seed Farming named after P.N. Konstantinov – Branch RAS Samara Federal Research Center, senior staff scientist of the laboratory of selection and seed farming of cereals and sorgho crops, candidate of agricultural sciences, Russia, Samara Region, Kinel, S. Ust-Kinelsky, e-mail: antimonovaolga@list.ru

Lyubov F. Syrkina

Volga Region Research and Development Institute of Selection and Seed Farming named after P.N. Konstantinov – Branch RAS Samara Federal Research Center, leading staff scientist of the laboratory of selection and seed farming of cereals and sorgho crops, candidate of agricultural sciences, Russia, Samara Region, Kinel, S. Ust-Kinelsky, e-mail: L.syrkina.05@mail.ru

THE FORMATION OF CROP YIELD OF MILLET VARIETIES DEPENDING ON HYDROTHERMAL CONDITIONS

Studying the process of forming the yield of millet varieties in harsh natural conditions to create highly productive, adaptive varieties was not simple, but an actual task of the selectioner. The purpose of the research was to study the formation of the yield of millet varieties of different groups of ripeness depending on hydrothermal conditions of Samara Region. Millet vegetation conditions were different and could be described as follows: 2014 and 2015 years were more favorable; 2016–2018 were unfavorable. The yield of millet varieties fluctuated in the range of 1.36–3.00 t/hectare over the years; the coefficient of variation (CV) reached 31.5 %. The analysis of the effect of the sum of active temperatures on the yield of millet varieties indicated close inverse correlation in Povolzhskoe 80 variety ($r = -0.76$, $d = 57.8$ %), average inverse – in Krestyanka variety ($r = -0.50$, $d = 25.0$ %) and a weak direct in Rossiyanka ($r = 0.27$, $d = 7.3$ %) in the sweeping-full ripeness phase. Average inverse correlation relationship of all the varieties was observed for the whole vegetation period from shoots to full ripeness ($r = -0.55 \dots -0.62$; $d = 30.3 - 38.4$ %). The influence of precipitation on the yield of millet varieties showed that there had been weak correlation between all millet varieties in the seedling – tillering and tillering – ear formation phases. During the ear formation – full ripeness phase and during the entire growing season from germination to full ripeness, an average direct correlation was observed in all the varieties ($r = 0.44-0.51$, $d = 19.4-21.2$ %) ($r = 0.36-0.49$; $d = 12.9 - 24.0$ %). The farmer is recommended to grow not less than two varieties of millet with different ripeness groups and responsiveness to the changes in environmental conditions.

Keywords: variety, millet, yield, correlation, variation coefficient, hydrothermal coefficient.

Введение. Просо является культурой позднего срока сева, и его реакция на воздействие внешней среды резко отличается от других зерновых культур. В свою очередь, просо – теплолюбивая культура и отличается большой стойкостью к высоким температурам.

Просо – важная крупяная, продовольственная, кормовая и резервно-страховая культура. Несмотря на засухоустойчивость и жаростойкость проса, зависимость урожайности от метеоусловий остается достаточно высокой, особенно в отдельные периоды вегетации [1, 2]. Для нормального произрастания необходима сумма средних дневных температур в условиях Поволжья в пределах 1870–2300 °С. Для появления нормальных всходов, по мнению многих ученых [3, 4], средняя температура почвы должна быть не ниже 10–12 °С. Оптимальной температурой для прорастания проса считается 30–35 °С, а максимальной – 40 °С. Главным критерием для нормального прорастания семени проса является сохраненная к моменту посева влажность почвы. Физиологические процессы в прорастающем семени проходят более быстрыми темпами [5, 6].

Период от кущения до выметывания метелки при нормальной влажности почвы (60 % от полной влагоемкости) у проса проходит более интенсивно при высоких температурах (22–25 °С) и сильно затягивается при пониженных (16–18 °С) [7, 6]. Температурные условия оказывают большое влияние также на продолжительность периода от

выметывания до созревания: высокая температура при хорошем увлажнении ускоряет, а пониженная – удлиняет этот период, влияя в какой-то степени на формирование урожая в целом [7].

Просо характеризуется высокой засухоустойчивостью. Оно лучше других зерновых культур переносит почвенную и воздушную засуху. Изучение формирования урожайности в разных природных условиях для создания высокопродуктивных, адаптивных сортов не простая, но актуальная задача селекционера.

Цель исследований. Изучить формирование урожайности сортов проса посевного разных групп спелости в зависимости от гидротермических условий Самарской области.

Задачи исследований: проанализировать метеорологические условия, определить корреляционные связи урожайности с метеоданными и вычислить уравнения регрессии на основании множественной корреляции в отдельные фазы вегетации сортов проса.

Объекты и методы исследований. Опыт проводился на базе Самарского федерального исследовательского центра РАН, Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова в лаборатории селекции и семеноводства крупяных и сорговых культур. Институт расположен на главном водоразделе рек Б. Кинель и Сок в лесостепной части области, вблизи г. Кинеля. Почвы представлены в основном черноземами

обыкновенными среднегумусными (7,5–8,5 %) среднемощными тяжелосуглинистыми.

Объектом исследований являлись сорта проса посевного собственной селекции разных групп спелости: Поволжское 80 (согласно Унифицированному классификатору СЭВ [8], скороспелый – 70 суток), Крестьянка (среднеранний – 76 суток) и Россиянка (среднеспелый – 80 суток).

Исследования проводили в питомнике конкурсного сортоиспытания (КСИ) проса посевного в 2014–2018 годах. Все оценки и наблюдения выполнены в соответствии с Методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [9]. Результаты опыта были обработаны с помощью статистических корреляционных и регрессионных анализов [10]. Из метеорологических факторов учитывались: сумма активных температур, количество осадков и гидротермический коэффициент в основные фазы вегетации каждого сорта, а также за весь вегетационный период.

Гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК) [11] определяли по формуле

$$\text{ГТК} = \frac{\sum R}{0,1\sum t^0 > 10^0},$$

где $\sum R$ – сумма осадков, в миллиметрах за период с температурами воздуха выше 10 °С; $\sum t$ – сумма температур, в градусах за то же время.

Посев проводился в оптимальные сроки – начало третьей декады мая, согласно зональной технологии. Общая площадь делянок – 25 м², учетная – 23 м², повторность – четырехкратная, предшественник – яровой ячмень. Норма высева 3,5 млн шт/га. Агротехника сортов общепринятая в регионе.

Результаты исследований и их обсуждение. Агрометеорологические условия в годы исследований носили разнообразный характер, что позволило дать более объективную оценку зависимости изучаемых сортов от гидротермического режима и формирования в этих условиях урожайности. Графическое изображение гидротермического коэффициента (ГТК) показывает контрастные изменения значений по месяцам во все годы исследований (рис. 1).

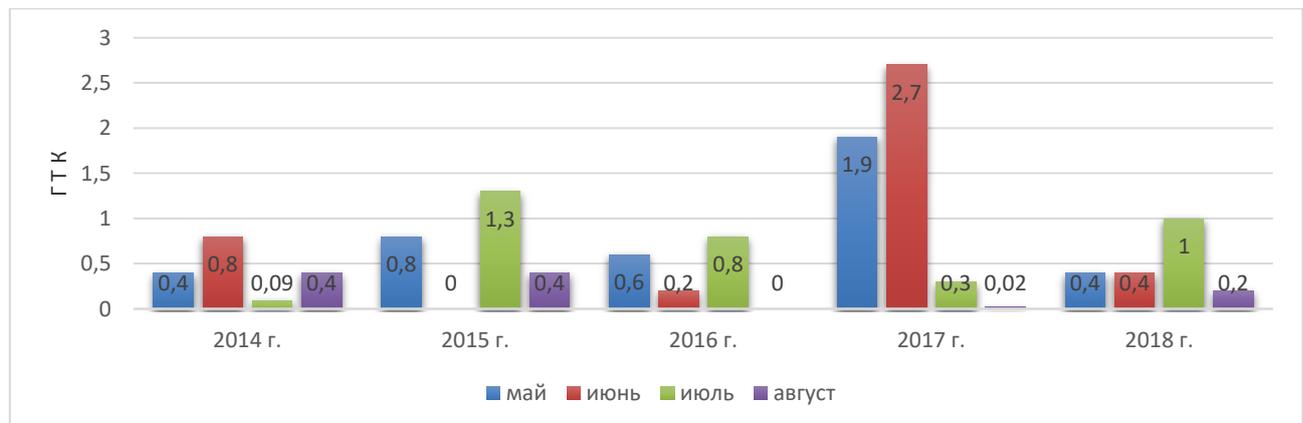


Рис. 1. Изменения ГТК по месяцам в 2014–2018 гг.

Погодные условия 2014 г. сложились достаточно жесткими. Запасы осеннее-зимней продуктивной влаги в почве к моменту посева были недостаточными (в мае ГТК = 0,4). Жаркая и сухая первая половина июня не давала развиваться корневой системе проса, но дождевые осадки во второй половине выправили положение и способствовали формированию сильных здоровых растений проса (ГТК = 0,8). Самым жарким и сухим июль месяц (ГТК = 0,09). В августе было также жарко и сухо (ГТК = 0,4).

В мае месяце 2015 г. наблюдалась очень теплая, с достаточным количеством осадков погода. Осадки выпали в пределах нормы, причем большая их часть пришла на первые две декады мая (ГТК = 0,8). В июне месяце на фоне высоких температур воздуха осадки отсутствовали (ГТК = 0), но растениям проса хватило майской влагозарядки. Июль был прохладным и дождливым (ГТК = 1,3). В августе продолжался недобор положительных температур, а также осадков (ГТК = 0,4).

В большинстве дней в мае месяце 2016 г. наблюдалась очень теплая, с достаточным количеством осадков погода (ГТК = 0,6). В июне месяце на фоне высоких температур воздуха наблюдался резкий дефицит влаги (ГТК = 0,2), и растения проса долгое время не могли сформировать вторичную корневую систему, из-за чего многие погибли. Июль был также жарким, но дождливым (ГТК = 0,7). В августе продолжалось нарастание положительных активных температур в сочетании с недобором осадков (ГТК = 0).

Май и июнь месяцы 2017 г. отличались избытком осадков и пониженным температурным режимом. Возможность произвести посев появилась лишь 9–10 июня, после чего снова пошли обильные дожди. Низкие температуры сохранились и в июле, но с меньшим количеством осадков. Август характеризовался почти полным отсутствием дождей на фоне повышенных температур воздуха (ГТК= 0,02).

Весна 2018 г. выдалась холодной и продолжительной. Май отличался дефицитом осадков и повышенным температурным фоном (ГТК =

0,4). Начало июня было холодным и сухим, с затяжными суховейными ветрами (ГТК = 0,3). Повышенный температурный режим в сочетании с обильными осадками отмечался в июле месяце (ГТК = 1,0). В августе просо созревало на фоне повышенных температур воздуха с острым дефицитом дождей (ГТК = 0,2) (рис.1).

Согласно классификации, по значениям ГТК условия вегетации проса можно охарактеризовать следующим образом: 2014 и 2015 гг. – более благоприятные; 2016–2018 – неблагоприятные.

При таких контрастных условиях произрастания урожайность по годам была не совсем устойчива, коэффициент вариации (CV) доходил до 31,5 %. Например, урожайность скороспелого сорта Поволжское 80 в неблагоприятный 2016 г. составляла 1,36 т/га, в благоприятный 2018 – 3,00 т/га (табл. 1).

Гидротермические показатели в разные фазы развития сортов проса посевного отображены в таблице 2.

Таблица 1

Урожайность сортов проса посевного за 2014–2018 гг.

Сорт	Урожайность, т/га						CV*, %
	2014	2015	2016	2017	2018	Средняя	
Поволжское 80	2,79	3,00	1,36	1,83	1,95	2,19	31,4
Крестьянка	2,95	2,74	1,55	1,93	2,02	2,24	26,1
Россиянка	2,73	2,80	1,44	1,55	1,81	2,07	31,5

* CV – коэффициент вариации.

Таблица 2

Гидротермические показатели в разные фазы развития сортов проса посевного, среднее за 2014–2018 гг.

Фаза роста	Поволжское 80	CV, %	Крестьянка	CV, %	Россиянка	CV, %
1	2	3	4	5	6	7
Сумма активных температур, °С						
Всходы – кущение	249,5	11,3	249,5	11,3	249,5	11,3
Кущение – выметывание	464,6	23,2	540,4	22,1	607,6	19,1
Выметывание – полная спелость	745,9	7,7	761,0	7,5	770,5	11,2
Всходы – полная спелость	1460,0	5,8	1550,9	3,8	1627,6	2,1
Количество осадков, мм						
Всходы – кущение	10,2	156,0	10,2	156,0	10,2	155,9
Кущение – выметывание	25,6	82,9	36,8	34,9	43,5	55,8
Выметывание – полная спелость	33,5	107,0	27,3	98,3	21,8	109,3
Всходы – полная спелость	69,3	37,1	74,3	27,9	75,5	26,1

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
ГТК						
Всходы – кущение	0,4	143,2	0,5	143,2	0,5	143,2
Кущение – выметывание	0,6	81,3	0,7	36,4	0,7	48,6
Выметывание – полная спелость	0,5	104,7	0,4	71,0	0,3	89,3
Всходы – полная спелость	0,5	34,7	0,5	28,3	0,5	23,3

В период «всходы – кущение» все сорта находились в одинаковых условиях водно-температурного режима, так как эти фазы совпадали независимо от групп спелости, причем коэффициент вариации находился на допустимом уровне. Различия в показателях стали на-

блюдаться с фазы «кущение – выметывание». Коэффициент вариации суммы активных температур наблюдался высоким у всех сортов. Более наглядное варьирование погодных условий в каждом году мы приводим в таблице 3 на примере сорта Поволжское 80.

Таблица 3

**Гидротермические показатели в разные фазы развития сорта
проса посевного Поволжское 80, 2014–2018 гг.**

Фаза роста	2014	2015	2016	2017	2018	Среднее	CV, %
Сумма активных температур, °С							
Всходы – кущение	271,1	227,6	288,2	233,1	227,6	249,5	11,3
Кущение – выметывание	369,0	497,0	333,2	564,6	559,1	464,6	23,2
Выметывание – полная спелость	704,9	705,8	829,2	705,7	783,9	745,9	7,7
Всходы – полная спелость	1345,0	1430,4	1450,6	1503,4	1570,6	1460,0	5,8
Количество осадков, мм							
Всходы – кущение	7,4	4,4	0,4	38,1	0,6	10,2	156,0
Кущение – выметывание	44,2	0	11,5	22,4	49,9	25,6	82,9
Выметывание – полная спелость	5,5	88,7	24,8	1,3	47,1	33,5	107,0
Всходы – полная спелость	57,1	93,1	36,7	61,8	97,6	69,3	37,1
ГТК							
Всходы – кущение	0,3	0,2	0,1	1,7	0,1	0,4	143,2
Кущение – выметывание	1,2	0	0,4	0,4	0,9	0,6	81,3
Выметывание – полная спелость	0,1	1,3	0,3	0,1	0,6	0,5	104,7
Всходы – полная спелость	0,4	0,7	0,3	0,5	0,7	0,5	34,7

Сумма активных температур в фазу «кущение – выметывание» изменялась по годам от 333,2 до 564,6 °С, коэффициент вариации доходил до 23,2 %. Соответственно среднесуточная температура менялась от 16,7 до 26,2 °С. В фазы растений «выметывание – полная спелость» и «всходы – полная спелость» температурный режим был более стабильным и изменялся незначительно для всех сортов. В зависимости от удлинения как отдельных фаз, так и всего вегетационного периода сортов разных групп спелости суммы активных температур в среднем по годам имели тенденцию к увеличению.

Очень высокие коэффициенты вариации были у показателя «количество осадков», особенно в периоды «всходы – кущение» и «выметывание – полная спелость» у всех сортов, CV составил 156,0 и 107,0–109,3 % соответственно (табл. 2). Такое варьирование говорит о том, что влагообеспеченность во время вегетационного периода сортов проса крайне неравномерная. Например, в 2015 г. осадки выпали в пределах нормы в первые две декады мая, а в июне, на фоне высоких температур воздуха, совсем отсутствовали (ГТК = 0). Скороспелый сорт Поволжское 80 сформировал более высокую урожайность за счет осадков первой половины мая (3,0 т/га), чем Крестьянка и Россиянка. В 2016 г. на фоне высоких температур воздуха в фазу «всходы – кущение» наблюдался резкий дефицит влаги (0,4 мм, ГТК = 0,2), растения проса плохо развивались (см. табл. 3).

Гидротермический коэффициент за годы исследований показал, что во всех фазах своего развития сорта проса испытывают в той или иной степени дефицит влаги на фоне высоких температур воздуха (см. табл. 2). Если в отдельные годы (2015 г. «выметывание – полная спелость» – ГТК 1,3; 2016 г. «всходы – кущение» ГТК – 1,7) и выпадали осадки выше нормы, в последующее продолжительное время они отсутствовали (табл. 3). В результате таких экс-

тремальных погодных условий коэффициент вариации ГТК очень высокий, особенно в фазы «всходы – кущение» (143,2 %) и «выметывание – полная спелость» (89,3–104,7 %). По определению гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова, периоды роста и развития всех сортов проса посевного в Центральной зоне Самарской области проходят в сухих и очень засушливых условиях (ГТК 0,3–0,7).

Влияние метеорологических факторов на урожайность проса наглядно показывает корреляционный анализ, отображенный в таблице 4.

Анализ влияния суммы активных температур на урожайность сортов проса указал на тесную обратную корреляционную связь на сорте Поволжское 80 ($r = -0,76$, $d = 57,8$ %), среднюю обратную – на сорте Крестьянка ($r = -0,50$, $d = 25,0$ %) и слабую прямую на сорте Россиянка ($r = 0,27$, $d = 7,3$ %) в фазу «выметывание – полная спелость». Сорт Россиянка, являясь среднеспелым, должен уложиться за этот период в количество активных температур для полного созревания. Средняя обратная корреляционная зависимость всех сортов наблюдалась за весь вегетационный период от всходов до полной спелости ($r = -0,55$...- 0,62; $d = 30,3$ –38,4 %).

Анализ влияния количества осадков на урожайность сортов проса показал, что в фазы «всходы – кущение» и «кущение – выметывание» отмечалась слабая корреляционная зависимость на всех сортах проса. В фазу «выметывание – полная спелость» и за весь вегетационный период от всходов до полной спелости наблюдалась средняя прямая корреляционная связь также на всех сортах ($r = 0,44$ –0,51; $d = 19,4$ –21,2 %) ($r = 0,36$ – 0,49; $d = 12,9$ –24,0 %). Это и объясняется засухоустойчивостью культуры проса посевного.

Зависимость урожайности сортов проса от суммы активных температур и количества осадков в среднем по годам исследований хорошо отображается графически (рис. 2).

**Показатели коэффициентов корреляции и детерминации
в разные фазы развития сортов проса посевного**

Фаза роста	Поволжское 80		Крестьянка		Россиянка	
	r	d	r	d	r	d
Сумма активных температур, °С						
Всходы – кущение	- 0,33	10,9	- 0,19	3,6	- 0,16	11,3
Кущение – выметывание	0,07	0,5	- 0,02	0	- 0,33	10,9
Выметывание – полная спелость	- 0,76	57,8	- 0,50	25,0	0,27	7,3
Всходы – полная спелость	- 0,55	30,3	- 0,62	38,4	- 0,59	34,8
Количество осадков, мм						
Всходы – кущение	- 0,14	2,0	- 0,13	1,7	- 0,29	8,4
Кущение – выметывание	- 0,04	0,2	0,2	36,8	- 0,01	0
Выметывание – полная спелость	0,44	19,4	0,51	21,2	0,50	25,0
Всходы – полная спелость	0,49	24,0	0,37	12,9	0,36	13,0
ГТК						
Всходы – кущение	- 0,19	3,6	- 0,19	3,6	- 0,35	2,3
Кущение – выметывание	0,03	0,1	0,04	0,2	0,07	0,5
Выметывание – полная спелость	0,50	25,0	0,41	16,8	0,45	20,3
Всходы – полная спелость	0,45	20,3	0,31	10,2	0,33	10,9

При повышении температуры воздуха и дефиците осадков снижается урожайность, особенно это хорошо прослеживается в 2016 г. Но тем не менее надо четко понимать, что урожайность зависит не только от метеорологических факторов, а от многих других, в том числе и от агротехнических.

Множественная линейная корреляция и регрессия показывают связь между тремя призна-

ками, когда один из них в нашем случае – урожайность (постоянный признак Y) и два другие: сумма активных температур (X) и количество осадков (Z). Сопряженность между этими признаками в фазу «выметывание – полная спелость» показывает среднюю прямую связь, а за весь вегетационный период – сильную прямую зависимость (табл. 5).

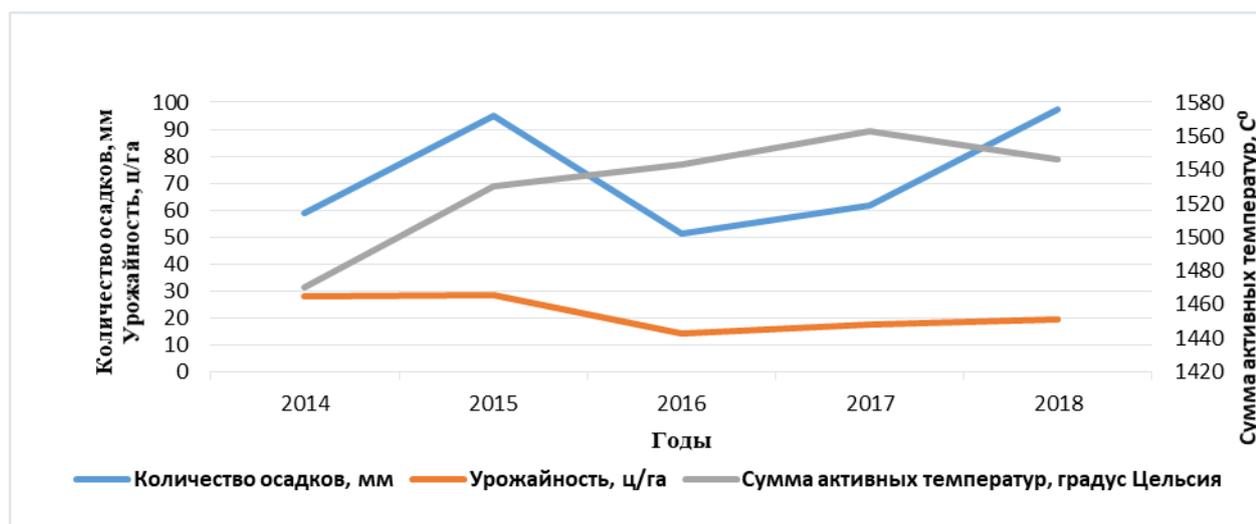


Рис. 2. Зависимость урожайности сортов проса от суммы активных температур и количества осадков

**Зависимость урожайности сортов проса от совместного действия осадков
и температуры воздуха**

Сорт	Коэффициент корреляции			Уравнение регрессии
	$R_{x,yz}$	$R_{y,xz}$	$R_{z,xy}$	
Выметывание – полная спелость				
Поволжское 80	0,851	0,882	0,684	$Y = -0,009x + 0,009z + 8,721$
Крестьянка	0,515	0,520	0,482	$Y = -0,005x + 0,003z + 6,148$
Россиянка	0,608	0,502	0,700	$Y = 0,003x + 0,015z + 2,045$
Всходы – полная спелость				
Поволжское 80	0,984	0,985	0,983	$Y = -0,008x + 0,024z + 11,863$
Крестьянка	0,669	0,673	0,355	$Y = -0,007x + 0,007z + 11,955$
Россиянка	0,587	0,614	0,374	$Y = -0,001x + 0,007z + 17,773$

Причем у скороспелого сорта Поволжское 80 наблюдается тенденция большей силы связи по всем трем признакам. По всей видимости, это связано именно со скороспелостью, необходимостью сформировать урожай за короткие сроки. Но все же следует отметить, что корреляционный анализ не дает объяснения причинно-следственным связям. Он лишь позволяет понять их силу и форму взаимодействия, дает возможность анализировать результаты исследований.

Выводы. Проведенные исследования выявили, что формирование урожайности сортов проса посевного полностью зависит от влияния метеорологических условий как за весь вегетационный период, так и в отдельные фазы вегетации, особенно во время «выметывание – полная спелость».

В качестве рекомендаций сельхозпроизводителю предлагается выращивать не менее двух сортов проса с разной группой спелости и отзывчивостью на изменения условий внешней среды.

Литература

1. Сурков А.Ю., Суркова И.В. Формирование урожайности проса и ее элементов в зависимости от гидротермических условий // Вестник Курской государственной академии. 2018. № 5. С. 18–23.
2. Kumar A., Tomer V., Kaur A. [et al.]. Millets: a solution to agrarian and nutritional challenges. *Agric & Food Secur*, 2018. № 7, 31.
3. Агафонов Н.П., Лузина З.П. Фенотипическая изменчивость проса в зависимости от метеорологических факторов // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. Л., 1973. Т.51, вып. 1.
4. Степанов В.Н. Минимальные температуры для прорастания семян и появления всходов полевых культур // Селекция и семеноводство. 1998. № 1. С. 15–19.
5. David C. Nielsen, Merle F. Vigil. Field. Water use and environmental parameters influence proso millet yield // *Crops Research Volume*. 2017. P. 34–44.
6. Asana Matsuura, Wataru Tsuji, Ping An, Shinobu Inanaga & Kouhei Murata. Effect of Pre- and Post-heading Water Deficit on Growth and Grain Yield of Four Millets // *Plant Prod. Sci.* 2012. № 15(4). P. 323–331.
7. Жижин В.Н., Скороходов В.Ю., Митрофанов Д.В. [и др.]. Влияние погодных факторов на урожайность проса при возделывании в севооборотах и бессменном посеве на черноземах южных Оренбургской области // *Животноводство и кормопроизводство*. 2018. Т. 101. № 4. С. 217–225.
8. Агафонов Н.П., Курцева А.Ф., Корнейчук В.А. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ вида *Panicum miliaceum* L. Л., 1982. 25 с.
9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под ред. М.А. Федина. М.: Мин-во с.-х. СССР, 1985. 263 с.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
11. Селянинов Г.Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата // Мировой агроклиматический справочник. М., 1977.
5. David C. Nielsen, Merle F. Vigil. Field. Water use and environmental parameters influence proso millet yield // Crops Research Volume. 2017. P. 34–44.
6. Asana Matsuura, Wataru Tsuji, Ping An, Shinobu Inanaga & Kouhei Murata. Effect of Pre- and Post-heading Water Deficit on Growth and Grain Yield of Four Millets // Plant Prod. Sci. 2012. № 15(4). P. 323–331.
7. Zhizhin V.N., Skorohodov V.Ju., Mitrofanov D.V. [i dr.]. Vlijanie pogodnyh faktorov na urozhajnost' prosa pri vozdelevanii v sevooborotah i bes-smennom poseve na chernozemah juznyh Orenburgskoj oblasti // Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo. 2018. T. 101. № 4. S. 217–225.
8. Agafonov N.P., Kurceva A.F., Kornejchuk V.A. Shirokij unificirovannyj klassifikator SJeV i mezhdunarodnyj klassifikator SJeV vida Panicum miliaceum L. L., 1982. 25 s.
9. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skhozajstvennyh kul'tur / pod red. M.A. Fedina. M.: Min-vo s.-h. SSSR, 1985. 263 s.
10. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij). M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
11. Seljaninov G.T. Metodika sel'skhozajstvennoj harakteristiki klimata // Mirovoj agroklimatechskij spravochnik. M., 1977.

Literatura

1. Surkov A.Ju., Surkova I.V. Formirovanie urozhajnosti prosa i ee jelementov v zavisimosti ot gidrotermicheskih uslovij // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj akademii. 2018. № 5. S. 18–23.
2. Kumar A., Tomer V., Kaur A. [et al.]. Millets: a solution to agrarian and nutritional challenges. Agric & Food Secur, 2018. № 7, 31.
3. Agafonov N.P., Luzina Z.P. Fenotipicheskaja izmenchivost' prosa v zavisimosti ot meteorologicheskikh faktorov // Tr. po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. L., 1973. T.51, vyp. 1.
4. Stepanov V.N. Minimal'nye temperatury dlja prorastaniya semjan i pojavlenija vshodov polevyh kul'tur // Selekcija i semenovodstvo. 1998. № 1. S. 15–19.
5. David C. Nielsen, Merle F. Vigil. Field. Water use and environmental parameters influence proso millet yield // Crops Research Volume. 2017. P. 34–44.
6. Asana Matsuura, Wataru Tsuji, Ping An, Shinobu Inanaga & Kouhei Murata. Effect of Pre- and Post-heading Water Deficit on Growth and Grain Yield of Four Millets // Plant Prod. Sci. 2012. № 15(4). P. 323–331.
7. Zhizhin V.N., Skorohodov V.Ju., Mitrofanov D.V. [i dr.]. Vlijanie pogodnyh faktorov na urozhajnost' prosa pri vozdelevanii v sevooborotah i bes-smennom poseve na chernozemah juznyh Orenburgskoj oblasti // Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo. 2018. T. 101. № 4. S. 217–225.
8. Agafonov N.P., Kurceva A.F., Kornejchuk V.A. Shirokij unificirovannyj klassifikator SJeV i mezhdunarodnyj klassifikator SJeV vida Panicum miliaceum L. L., 1982. 25 s.
9. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skhozajstvennyh kul'tur / pod red. M.A. Fedina. M.: Min-vo s.-h. SSSR, 1985. 263 s.
10. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij). M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
11. Seljaninov G.T. Metodika sel'skhozajstvennoj harakteristiki klimata // Mirovoj agroklimatechskij spravochnik. M., 1977.

Работа проводится в соответствии с Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы № 0757-2019-0004.

