ПРОДУКТИВНОСТЬ ПРОСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ, УДОБРЕНИЙ И РОСТОСТИМУЛИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В САРАТОВСКОМ ПРАВОБЕРЕЖЬЕ

ДРУЖКИН Анатолий Федорович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ПОПОВ Геннадий Николаевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ПОЛЯНСКИЙ Максим Васильевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

Показана эффективность применения макроудобрений, гербицида, гуминовых кислот и ростостимулирующего препарата при выращивании проса в Саратовском Правобережье. Установлено, что наибольший эффект достигался при комплексном применении средств химизации. При этом отмечали эффективное подавление сорняков в посевах, лучший рост и развитие растений, заметное повышение площади листьев и чистой продуктивности фотосинтеза. Проявление эффекта синергизма при совместном применении макроудобрений, Гумата калия-натрия, ростостимулирующего препарата Реасил и гербицида «Балерина» обеспечило достижение максимальной урожайности зерна у сорта проса Саратовское желтое – 4,02 т/га. В среднем за три года прибавка урожайности зерна по сравнению с контролем составила 0,78 т/га.

Введение. Просо широко возделывается во многих странах мира как важнейшая крупяная культура. Крупа проса содержит 12 % белка, 81 % крахмала, 3,5 % жира и 0,15 % сахара. По содержанию витаминов В₁ и В₂ пшено превосходит другие зерновые культуры, а по калорийности приравнивается к гречневой и рисовой крупам. В белке проса в значительном количестве содержатся незаменимые аминокислоты – лизин, метионин, триптофан и др. Кроме основного использования, пшено в размолотом виде успешно применяется в качестве добавки к муке других зерновых культур для улучшения качества теста, что нашло практическое применение в кондитерской промышленности. Зерно проса используют как добавку к солоду для приготовления пива, а также в винокуренном и крахмальном производствах [1, 6, 14].

Просо имеет большое значение не только как продовольственная, но и как кормовая культура. Его зерно и отходы крупяного производства используют в рационах сельскохозяйственных животных, особенно птицы, так как оно содержит ценные аминокислоты, способствующие росту молодняка. В виде сена и зеленого корма оно используется на корм скоту, а также для закладки сенажа и силоса, производства витаминной травяной муки. На одну кормовую единицу приходится 5,1 кг зеленой массы проса. В 1 кормовой единице проса содержится 106 г переваримого протеина. Оно относится к культурам с высоким содержанием углеводов в растениях (1,5–3,0 %), что обеспечивает нормальное брожение не только при силосовании его в чистом виде, но и в смеси с бобовыми культурами (горохом, викой). Введение в рацион крупного рогатого скота кормов из проса повышает его продуктивность и качество получаемой животноводческой продукции [10].

Среди крупных культур просо занимает ведущее место в России. Благодаря своей адаптивности оно имеет широкий ареал возделывания – в Поволжье, Центрально-Черноземной и Нечерноземной зонах, на Северном Кавказе, Южном Урале и в ряде южных областей и краев Сибири. Особая ценность проса заключается не только в многостороннем ее использовании, но и в способности обеспечивать высокие урожаи в различных почвенно-климатических зонах при усло-

виях, в которых многие другие культуры произрастают плохо и дают низкие урожаи. Эта культура перспективна для возделывания в зонах с засушливым климатом, с засоленными и кислыми почвами [4].

В острозасушливых условиях Саратовской области, в связи с биологическими особенностями растений, просо способно экономно расходовать влагу, выдерживать высокие положительные температуры и пониженную относительную влажность воздуха; является важнейшей полевой культурой, которая при должном подходе может давать высокие урожаи. Площадь возделывания проса в Саратовской области в 2010–2016 гг. составляла 95–155 тыс. га, или 20–25 % от общероссийских посевов. Несмотря на все достоинства проса, урожайность этой культуры в Саратовской области не высокая и не стабильная – от 0,6 до 2,0 т/га по годам. По мнению ученых и практиков, неустойчивая и невысокая урожайность проса во многом связана с несоответствием уровня применяемой технологии требованиям новых сортов. Анализ показал, что в современной технологии возделывания проса в степном Поволжье недостаточно разработаны приемы эффективного применения удобрений, ростостимулирующих препаратов, гербицидов [7, 9, 15, 16].

Цель данной работы заключалась в изучении влияния различных удобрений, ростостимулирующего препарата Реасил и гербицида «Балерина» на продуктивность сортов проса как в отдельности, так и при комплексном применении в Правобережье Саратовской области.

Методика исследований. В ходе исследований изучали влияние удобрений, ростостимулирующего препарата и гербицида на засоренность посевов, рост и развитие растений проса, формирование площади листовой поверхности, накопление биомассы и продуктивность фотосинтеза; определяли взаимодействие удобрений, гербицида и ростостимулирующего препарата на урожайность сортов проса. Полевой эксперимент проводили в 2014–2016 гг. на опытном поле Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова.

Климат зоны проведения исследований – умеренно континентальный. Годы исследований были различными по погодным данным: 2014 г. – хорошо обеспечен влагой, 2015 и 2016 гг. – средnezасушливые.

Почвы – черноземы южные с содержанием гумуса около 4,0 %, среднеобеспеченные элементами питания [2]. Схема двухфакторного ортогонального эксперимента (ПФЭ 2×9×3) включала в себя следующие варианты:

Фактор А. Сорта проса. Вариант 1 – Саратовское желтое. Вариант 2 – Саратовское 10.

Фактор В. Действие и взаимодействие удобрений, ростостимулирующего препарата и гербицида на продуктивность сортов проса. Схема опыта включала в себя следующие варианты: вариант 1 (контроль) – без применения удобрений, ростостимулирующего препарата и гербицида; вариант 2 – внесение минеральных удобрений (NPK); вариант 3 – Реасил (ростостимулирующий препарат); вариант 4 – Гумат калия-натрия (комплексное органоминеральное удобрение); вариант 5 – гербицид «Балерина» + Реасил; вариант 6 – гербицид + NPK; вариант 7 – гербицид + Гумат калия-натрия; вариант 8 – гербицид; вариант 9 – гербицид + NPK + Реасил + Гумат калия-натрия.

Минеральные удобрения в виде амофоски (по 16 кг д. в.) вносили под предпосевную культивацию. При применении Реасила (0,5 л/га) и Гумата калия-натрия (0,4 л/га) проводили 2-кратную обработку растений в период вегетации: 1-я – в фазу 3–5 листьев (начало кущения), 2-я – в фазу выметывания метелок. Расход рабочего раствора при применении Реасила и Гумата калия-натрия составлял 200–300 л/га. Гербицид «Балерина» применяли (300 мл/га) для обработки посевов в фазу кущения проса. Расход рабочего раствора – 200–300 л/га.

Повторность полевого опыта – трехкратная. Расположение делянок в ПФЭ рендомизированное. Число вариантов – 18. Количество делянок в одной повторности – 18. Учетная площадь делянки 72 м². Закладку опыта, проведение наблюдений и учетов выполняли в соответствии с общепринятыми методиками исследований [5, 12].

Посев проса на опытном участке проводили во второй декаде мая (3,0 млн всхожих семян на 1 га) сплошным рядовым способом с междурядьями 15 см специальной селекционной сеялкой «Быстрица». Уборку урожая выполняли прямым комбайнированием при созревании 80–85 % зерен в метелке селекционным комбайном «Террион». При проведении опыта выполняли весь комплекс агротехнических мероприятий, рекомендуемых зональной технологией возделывания проса [8].

Агрохимикаты, изучаемые в опыте, разрешены к применению в России. Реасил – поликомпонентный микроэлементный препарат для профилактического и лечебного контроля дефицитных состояний у растений. Активатор роста и развития растений, содержащий N, Mg и микроэлементы B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, находящиеся в комплексном соединении с гидроксикарбоновыми кислотами (глюконовая, лимонная, янтарная, молочная и др.) и аминокислотами (L- глицин, L- лизин, L- треонин) [11].

Гумат калия-натрия с микроэлементами – комплексное органоминеральное удобрение, изготовленное из природного гуминосодержащего сырья (торфа и бурого угля). Оно включает в себя полный комплекс основных микроэлементов, необходимых для питания растений. Главное отличие данного удобрения – это дополнительное обогащение продукта микроэлементами по специальной технологии, позволяющей находиться микроэлементам в хелатной форме и более легко усваиваться растениями. Гумат калия-натрия отличается от

своих аналогов сбалансированным соотношением всех элементов питания и веществ. Хелатные соединения представляют собой соединения гидроксидов с молекулами органических кислот, катионов металлов (микроэлементов) с образованием устойчивых соединений. Данные высокопрочные комплексные соединения не токсичны. Они растворяются в воде и полностью усваиваются растениями [13].

Гербицид «Балерина» – это новый системный гербицид против однолетних двудольных, в том числе устойчивых к 2,4-Д и МЦПА, и некоторых многолетних корнеотпрысковых сорняков в посевах проса. Преимущества его применения: высокая скорость действия; широкий спектр применения; отсутствие последствий и возможность использования во всех типах севооборотов [3].

Результаты исследований. Наблюдения за ростом и развитием растений показали, что в первый период после появления всходов на протяжении 20–25 дней просо растет медленно и легко угнетается сорняками. Отсюда главное требование, которое надо предъявлять к технологии возделывания проса, – это чистота полей. В нашем опыте это достигалось двумя способами. Во-первых, растения на вариантах с использованием удобрения, гербицида и ростостимулирующего препарата развивались лучше, чем на контрольных делянках: высота растений – 70,5–75,1 см против 70,0 см соответственно; максимальная площадь листьев – 34,5–42,2 тыс. м²/га против 29,8 тыс. м²/га; сухая надземная биомасса – 6,91–8,65 т/га против 5,76 т/га соответственно (табл. 1). За счет лучшего развития растений на изучаемых вариантах сильнее подавлялись сорняки. Во-вторых, на вариантах опыта 5–9 сорняки уничтожались вследствие применения гербицида «Балерина». В связи с этим лучшие показатели по развитию растений были на варианте 9 с использованием всех препаратов в комплексе (гербицид + NPK + Реасил + Гумат калия-натрия). Здесь было и наименьшее количество сорняков к уборке – 2 шт./м², на контрольном варианте – 21 шт./м².

Таблица 1

Показатели состояния агрофитоценоза проса сорта Саратовское желтое (среднее за 2014–2016 гг.)

Вариант	Число сорняков, шт./м ²	Высота растений, см	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	Сухая биомасса, т/га
1. Контроль	21	70,0	29,8	5,76
2. NPK	12	70,5	34,5	6,91
3. Реасил	7	73,6	41,0	7,61
4. Гумат калия-натрия	9	72,2	35,6	7,76
5. Гербицид + Реасил	5	74,9	37,9	7,57
6. Гербицид + NPK	4	73,2	39,2	7,89
7. Гербицид + Гумат калия-натрия	3	73,7	40,6	7,68
8. Гербицид	4	72,4	38,9	7,00
9. Гербицид + NPK + Реасил + Гумат калия-натрия	2	75,1	42,2	8,65

Формирование урожая проса Саратовское желтое определяется в основном продуктивностью фотосинтеза, который при создании благоприятных условий является основным физиологическим процессом в растительном организме. Интенсивность данного процесса напрямую зависит от площади листовой поверхности, а также от их ассимилирующей активнос-

ти и фотосинтетического потенциала. По результатам исследований, динамика площади листовой поверхности растений проса свидетельствует о том, что на разных этапах органогенеза посев как фотосинтезирующая система функционирует неодинаково. Первые 20–30 дней вегетации (в период всходы – начало кущения), когда средняя площадь листьев наименьшая, большая часть фотосинтетически активной радиации (ФАР) не улавливается листьями, поэтому коэффициент ее использования невысокий.

Максимальную площадь листьев в опыте отмечали в фазу выметывания метелки на варианте 9 при комплексном использовании всех агрохимикатов (гербицид + + NPK + Реасил + Гумат калия-натрия) – 42,2 тыс. м²/га у сорта Саратовское желтое и 43,0 тыс. м²/га у сорта Саратовское 10 в среднем за три года (табл. 2). У сорта Саратовское 10, наряду с более высокой, чем у сорта Саратовское желтое площадью листьев, отмечали превосходство и в формировании фотосинтетического потенциала – 1743–1978 тыс. м²-сут./га, в среднем за три года – 1371–1941 тыс. м²-сут./га. Противоположную динамику отмечали по чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ). Она зависит от соотношения фотосинтетического потенциала и накопления сухой биомассы.

Таблица 2

Влияние удобрений, ростостимулирующего препарата и гербицида на показатели продуктивности фотосинтеза сортов проса (среднее за 2014–2016 гг.)

Вариант	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	Фотосинтетический потенциал, тыс. м ² -сут./га	Сухая биомасса, т/га	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² -сут.
Саратовское желтое				
1. Контроль	29,8	1371	5,76	4,20
2. NPK	34,5	1587	6,91	4,35
3. Реасил	41,0	1886	7,61	4,04
4. Гумат калия-натрия	38,6	1776	7,76	4,37
5. Гербицид + Реасил	37,9	1743	7,57	4,34
6. Гербицид + NPK	39,2	1803	7,89	4,38
7. Гербицид + Гумат калия-натрия	40,6	1868	7,68	4,11
8. Гербицид	38,9	1790	7,00	3,93
9. Гербицид + NPK + + Реасил + Гумат калия-натрия	42,2	1941	8,65	4,46
Саратовское 10				
1. Контроль	37,9	1743	6,14	3,52
2. NPK	40,4	1858	6,79	3,65
3. Реасил	42,1	1937	7,17	3,70
4. Гумат калия-натрия	41,7	1918	7,24	3,78
5. Гербицид + Реасил	39,5	1817	7,07	3,89
6. Гербицид + NPK	40,4	1858	7,73	4,16
7. Гербицид + Гумат калия-натрия	40,8	1877	7,00	3,73
8. Гербицид	39,8	1831	6,99	3,82
9. Гербицид + NPK + + Реасил + Гумат калия-натрия	43,0	1978	8,36	4,23

Оптимальное прохождение процессов нарастания площади листьев и лучшую их работу в ходе накопления сухой надземной биомассы отмечали на варианте 9 при совместном использовании удобрений, гербицида и ростостимулирующего препарата. На этом варианте у обоих изучаемых сортов проса показатель коэффициента чистой продуктивности фотосинтеза был наибольшим: 4,46 г/м²-сут. у сорта Саратовское желтое и

4,23 г/м²-сут. у сорта Саратовское 10 в среднем за три года. Высокие показатели ЧПФ отмечали на всех вариантах как раздельного, так и совместного применения удобрений, гербицида и ростостимулирующего препарата. Наименьшие показатели ЧПФ были на контрольных вариантах: 4,20 г/м²-сут. у сорта Саратовское желтое и 3,52 г/м²-сут. у сорта Саратовское 10 в среднем за три года.

Отмеченные тенденции продуктивности фотосинтеза оказали определяющее влияние на основной показатель оценки изучаемых приемов возделывания проса – величину урожая. В проведенном опыте превышение урожайности по разным вариантам применения средств химизации над контрольными деланками колебалось от 0,17 до 0,78 т/га у сорта Саратовское желтое и от 0,15 до 0,48 т/га у сорта Саратовское 10 в среднем за три года (табл. 3). Наименьшая биологическая урожайность проса была на контрольных вариантах – 3,24 т/га у сорта Саратовское желтое и 2,92 т/га у сорта Саратовское 10. Внесение минеральных удобрений перед посевом увеличило урожайность на 0,28 и 0,26 т/га, ростостимулятора Реасила – на 0,17 и 0,24 т/га, органоминерального удобрения Гумата калия-натрия – на 0,30 и 0,26 т/га. Обработка посевов гербицидом «Балерина» повышала урожайность на 0,34 и 0,26 т/га соответственно. Наибольшая величина биологической урожайности получена на варианте 9 при совместном использовании удобрений, гербицида и ростостимулирующего препарата – 4,02 т/га у сорта Саратовское желтое и 3,40 т/га у сорта Саратовское 10 в среднем за три года.

Таблица 3

Урожайность сортов проса, т/га

Вариант	2014 г.	2015 г.	2016 г.	В среднем	
				урожай- ность	прибавка урожая
Саратовское желтое					
1. Контроль	3,56	3,54	2,63	3,24	–
2. NPK	3,90	3,84	2,81	3,52	0,28
3. Реасил	3,65	3,76	2,83	3,41	0,17
4. Гумат калия- натрия	3,91	3,88	2,84	3,54	0,30
5. Гербицид + Реасил	3,89	3,77	2,81	3,49	0,25
6. Гербицид + NPK	4,09	3,88	2,81	3,59	0,35
7. Гербицид + Гумат калия-натрия	4,28	3,84	2,90	3,67	0,43
8. Гербицид	4,12	3,81	2,82	3,58	0,34
9. Гербицид + NPK + + Реасил + Гумат калия-натрия	4,84	4,01	3,22	4,02	0,78
Саратовское 10					
1. Контроль	2,95	3,36	2,46	2,92	–
2. NPK	3,13	3,54	2,86	3,18	0,26
3. Реасил	3,09	3,49	2,90	3,16	0,24
4. Гумат калия- натрия	3,07	3,56	2,92	3,18	0,26
5. Гербицид + + Реасил	2,91	3,51	2,80	3,07	0,15
6. Гербицид + NPK	3,39	3,56	3,03	3,33	0,41
7. Гербицид + Гумат калия-натрия	3,21	3,64	2,95	3,27	0,35
8. Гербицид	2,95	3,58	2,99	3,17	0,25
9. Гербицид + NPK + + Реасил + Гумат калия-натрия	3,38	3,68	3,15	3,40	0,48
HCP ₀₅				0,46	
HCP ₀₅ – фактор А				0,15	
HCP ₀₅ – фактор В				0,33

Заключение. Проведенные исследования показывают на высокую целесообразность совместного применения гербицида, ростостимулирующего препарата и удобрений при использовании сортовой технологии возделывания проса на южных черноземах Саратовского Правобережья. Наибольший эффект достигается при комплексном применении средств химизации. При этом подавляется больше сорняков в посевах проса, обеспечиваются лучший рост и развитие растений, заметно повышается площадь листовой поверхности и чистая продуктивность фотосинтеза.

Проявление эффекта синергии при использовании макроудобрений, Гумата калия-натрия, Реасила и гербицида «Балерина» способствовало достижению максимальной урожайности зерна у сорта проса Саратовское желтое – 4,02 т/га. В среднем за три года прибавка урожайности по сравнению с контролем составила 0,78 т/га.

У сорта Саратовское 10 наивысшая урожайность зерна проса в среднем за три года получена также при комплексном применении средств химизации – 3,40 т/га, а прибавка урожайности к контролю – 0,48 т/га. Однако полученные результаты исследований показывают, что отзывчивость проса на приемы интенсификации у сорта Саратовское 10 на 18–20 % ниже, чем у сорта Саратовское желтое.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агробиологические основы выращивания сельскохозяйственных культур / под ред. М.Н. Худенко [и др.]. – Саратов, 2003. – 260 с.
2. Агроклиматический справочник Саратовской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1958. – 125 с.
3. Балерина // ЗАО Фирма «Август». – URL: http://www.silazhizni.ru/stati/gumat_kalijanatriya_s_mikroelementami_nadzhnyj_pomownik_zemledelcev.
4. Васильчук Н.С., Каменский В.В., Кумаков В.А. Физиологические особенности сортов проса // Селекция и семеноводство проса: сб. тр. – М.: Колос, 1976. – С. 214–220.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Елагин И.Н. Агротехника проса. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 159 с.
7. Еремин С.В. Совершенствование технологии возделывания проса на южных черноземах Волгоградской

области: дис. ... канд. с.-х. наук. – Волгоград, 2004. – 156 с.

8. Ильин В.А. Агротехника проса в Поволжье. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 30 с.

9. Инновационные приемы возделывания зерновых культур в степном Поволжье // В.Б. Нарушев [и др.] // Инновации и инвестиции. – 2014. – № 8. – С. 31–35.

10. Концепция развития агропромышленного комплекса Саратовской области до 2020 / СГАУ им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 2000. – 131 с.

11. Максименко Е.П., Шеуджен А.Х., Ковалев В.С. Влияние поликомпонентного удобрения «Reasil Универсал» на урожайность риса // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 102 (08). – С.1–13.

12. Основа научных исследований в растениеводстве и селекции / А.Ф. Дружкин [и др.]. – Саратов, 2013. – 264 с.

13. Пронько В.В. ГУМАТ КАЛИЯ/НАТРИЯ с микроэлементами – надёжный помощник земледельцев. – URL: http://www.silazhizni.ru/tati/gumat_kalijanatriya_s_mikroelementami_nadzhnyj_pomownik_zemledelcev.

14. Растениеводство/ Г.С. Посыпанов [и др.]; под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: Колос, 2007. – С. 192–198.

15. Рудник-Иващенко О.И. Защита проса посевного от сорняков // Защита и карантин растений. – 2010. – № 11. – С. 28–29.

16. Титков В.И. Особенности формирования высокопродуктивных агроценозов крупных культур в степных районах Южного Урала: дис. ... д-р с.-х. наук. – Оренбург, 2001. – 415 с.

Дружкин Анатолий Федорович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Растениеводство, селекция и генетика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Попов Геннадий Николаевич, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Полянский Максим Васильевич, аспирант кафедры «Растениеводство, селекция и генетика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410600, г. Саратов, Театральная пл., 1.

Тел.: (8452) 26-16-28.

Ключевые слова: просо; гербицид; ростостимулирующий препарат; фотосинтетический потенциал; биомасса; чистая продуктивность фотосинтеза.

PRODUCTIVITY OF MILLET, DEPENDING ON THE APPLICATION OF HERBICIDES, FERTILIZERS AND GROWTH-STIMULATING SUBSTANCES IN THE SARATOV RIGHT BANK

Druzhkin Anatoliy Phedorovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Crop Production, Selection and Genetics", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Popov Gennadiy Nikolaevich, Professor of the chair "Agriculture, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Polynskiy Maksim Vasylyevich, Post-graduate Student of the chair "Crop Production, Selection and Genetics", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: millet; herbicide; growth-stimulating preparation; photosynthetic potential; biomass; net photosynthesis productivity.

The effectiveness of the application of macro-fertilizers, herbicide, humic acids and growth-stimulating preparations at millet growing in the Saratov Right bank has been shown. It is established that the greatest effect was after integrated use of chemicalization means. At the same time, the effective suppression of weeds in crops, the best growth and development of plants, a noticeable increase in the leaf area and the net productivity of photosynthesis were marked. Synergistic effect was after combined application of macro-fertilizers, potassium- sodium Gumat, growth-stimulating preparation Reasil and the herbicide Ballerina. They ensured the maximum grain yield of the millet variety Saratovskiy zheltov - 4.02 t/ha. On average, over three years, the increase in grain yield was 0.78 t/ha compared to the control.