

Научная статья
УДК 632/631.8:63(091)
doi: 10.28983/asj.y2023i5pp24-32

**Влияние режима питания, стимуляторов роста и средств защиты
на продуктивность расторопши пятнистой в степной зоне Поволжья**

**Наталья Викторовна Николайченко¹, Николай Иванович Стрижков², Сергей Николаевич Стрижков²,
Наталья Борисовна Суминова¹, Закиулла Мтыгуллович Азизов²**

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия, e-mail: suminovan@mail.ru

²ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока», г. Саратов, Россия
e-mail: raiser_saratov@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты исследований продуктивности расторопши пятнистой в зависимости от почвенно-климатических условий, доз и сроков внесения минеральных удобрений, микроэлементов, стимуляторов роста, средств защиты растений. Выявлено, что формирование ассимиляционного аппарата и биомассы напрямую связано с режимом минерального питания, обработкой семян, посевов стимуляторами роста и средствами защиты растений. Максимальную листовую поверхность (48,0 тыс. м²/га) и сухую биомассу (4,8 т/га) формировали посевы в фазе начала плодообразования при внесении удобрений в дозе N₉₀P₉₀K₆₀ (1,50 т/га), что выше контроля (без удобрений) на 0,6 т/га (40,0 %). Во влажные годы прибавка урожая семян от внесения удобрений была в 1,2–1,5 раза выше по сравнению с годами, отличающимися засухой. Внесение различных доз удобрений оказывало существенное влияние на содержание масла: при оптимальной дозе (N₉₀P₉₀K₆₀) оно возрастало до 30,2 %, что на 12,0 % выше, чем на контроле. Содержание флаволигнанов при внесении максимальной дозы удобрений увеличивалось до 3,70 %, белка – до 23,7 % по сравнению с контролем (на 2,90 и 19,1 % соответственно). Применение стимулятора роста Гибберсиб в сочетании с микроэлементами (Гумат 7) на фоне минеральных удобрений способствовало более интенсивному росту и развитию расторопши, а также повышало всхожесть как лабораторную, так и полевую в течение всего вегетационного периода (на 5,2–8,3 %) и к моменту уборки (на 2,8–8,2 %). Наибольшая урожайность семян расторопши (1,06 т/га) получена при обработке их (некорневая подкормка) комплексным микроудобрением Гумат 7 и стимулятором роста Гибберсиб на фоне минеральных удобрений N₉₀P₉₀K₆₀ кг/га д. в. Это на 30,1 и 11,2 % выше соответственно по сравнению с контролем и умеренной дозой.

Ключевые слова: расторопша пятнистая; стимулятор роста; минеральные удобрения; средства защиты растений; продуктивность.

Для цитирования: Николайченко Н. В., Стрижков Н. И., Стрижков С. Н., Суминова Н. Б., Азизов З. М. Влияние режима питания, стимуляторов роста и средств защиты на продуктивность расторопши пятнистой в степной зоне Поволжья // Аграрный научный журнал. 2022. № 5. С. 24–32. [http: 10.28983/asj.y2023i5pp24-32](http://10.28983/asj.y2023i5pp24-32).

AGRONOMY

Original article

**Influence of diet, growth stimulators and means of protection on the productivity
of milk thistle in the steppe zone of the Volga region**

Natalia V. Nikolaichenko¹, Nikolay I. Strizhkov², Sergey N. Strizhkov², Natalya B. Suminova¹, Zakiulla M. Azizov²

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia
e-mail: suminovan@mail.ru

²Federal Agricultural Research Center for South-East Region, Saratov, Russia
e-mail: raiser_saratov@mail.ru

Abstract. The results of studies of milk thistle productivity depending on soil and climatic conditions, doses and timing of mineral fertilizers, microelements, growth stimulants, plant protection products are presented. It was revealed that the formation of the assimilation apparatus and biomass is directly related to the regime of mineral nutrition, the treatment of seeds, crops with growth stimulants and plant protection products. The maximum leaf area (48.0 thousand m²/ha) and dry biomass (4.8 t/ha) were in the phase of the beginning of fruit formation when fertilizers were applied at a dose of N90P90K60 (1.50 t/ha), which is higher than the control (without fertilizers)

© Николайченко Н. В., Стрижков Н. И., Стрижков С. Н., Суминова Н. Б., Азизов З. М., 2023



by 0.6 t/ha (40.0 %). In wet years, the increase in seed yield after the application of fertilizers was 1.2–1.5 times higher compared to years characterized by drought. Various doses of fertilizers had a significant effect on the oil content: at the optimal dose ($N_{90}P_{90}K_{60}$), it increased to 30.2 %, which is 12.0 % higher than in the control. The content of flavolignans at the maximum dose of fertilizers increased to 3.70 %, protein - up to 23.7 % compared with the control (by 2.90 and 19.1 %, respectively). The application of the growth stimulator Gibbersib in combination with microelements (Gumat 7) against the background of mineral fertilizers contributed to more intensive growth and development of milk thistle, and also increased the germination of both laboratory and field during the entire growing season (by 5.2–8.3 %) and by the time of harvesting (by 2.8–8.2 %). The highest yield of milk thistle seeds (1.06 t/ha) was after application of the complex microfertilizer Humat 7 and growth stimulator, respectively, compared with the control and moderate dose.

Keywords: milk thistle; growth stimulator; mineral fertilizers; with plant protection; productivity.

For citation: Nikolaichenko N.V., Strizhkov N.I., Strizhkov S.N., Suminova N.B., Azizov Z.M. Influence of diet, growth stimulators and means of protection on the productivity of milk thistle in the steppe zone of the Volga region. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal*. 2023;(5):24–32. (In Russ.). <http://10.28983/asj.y2023i5pp24-32>.

Введение. В современной мировой медицине широко распространены препараты растительного происхождения. Производство экологически чистого сырья для фармацевтической промышленности – важнейшая задача растениеводства РФ. Из множества лекарственных растений своими ценными качествами выделяется расторопша пятнистая (*Silybum tataricum* (L.) Gaertn.). В частности, из нее получают препараты (гипопротекторы), оказывающие существенное положительное влияние на печень [1].

В нашей стране отсутствуют природные заросли расторопши [3]. В связи с этим возникает необходимость получения сортов этой культуры, обладающих высокой продуктивностью, и расширения ее площадей там, где холодный период длится 150 дней и не более. Что касается Поволжья, то для этой зоны расторопша пятнистая – культура новая и перспективная, так как отличается засухоустойчивостью, что имеет большое значение для данной территории. Добиться повышения ее продуктивности в засушливых условиях Поволжья можно не только путем применения достаточного количества макроэлементов. На процессы роста и развития растений положительно влияют микроэлементы и стимуляторы роста. Они позволяют снизить стресс, последствия засухи и применения некоторых технологических приемов возделывания, оказывающих отрицательное влияние на растения. Таким образом, продукционный процесс культуры напрямую связан с использованием микроэлементов и стимуляторов. Однако эффективность их применения в засушливых условиях региона не изучалась.

В предыдущих опытах по подбору сортов (Панацея, Амулет, Дебют, Самарянка) с учетом их урожайности и качества семян был установлен наиболее продуктивный сорт Панацея. По урожайности семян он превосходит другие сорта на 11,1–24,5 %, а по содержанию флаволигнанов на 15,5–18,0 %, поэтому он был использован для посева в наших опытах.

Цель данного исследования – изучение основных способов возделывания расторопши пятнистой сорта Панацея; определение оптимального режима минерального питания, эффективности применения микроудобрений, средств защиты растений и стимуляторов роста для получения стабильных урожаев высококачественных и экологически чистых семян.

Методика исследований. Исследования проводили в 2018–2020 гг. на опытном поле учхоза «Мумовское» Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова.

Климат в регионе исследований резко континентальный и суровый. Почвы опытного участка характерны для степной зоны Поволжья, чернозем южный малогумусный среднемощный тяжелосуглинистый. По сумме осадков (ГТК) выделяют годы влажные – 1,18–1,40 мм; среднеобеспеченные – 0,70–0,95 мм; засушливые – 0,60–0,68 мм. Среднегодовая сумма осадков составляет 360–455 мм.

Пахотный слой содержит гумуса 3,80–4,60 % (по Тюрину), общего азота – 0,17–0,22 %, калия – 1,10–1,38 %, валового фосфора – 0,11–0,14 %, подвижного фосфора – 30,1–40,5 мг/кг, обменного калия – 260–310 мг/кг почвы (по Мачигину), pH близка к нейтральной. Плотность чернозема южного – 1,20–1,32 г/см³. Наименьшая влагоемкость (НВ) слоя 0–100 см – 295,6 мм, влажность устойчивого завядания растений (ВУЗ) – 151,4 мм.

Полевые опыты закладывали в 4-кратной повторности рендомизированным методом. Площадь учетных делянок – 100–125 м², а посевная – 125–210 м². Все агротехнические мероприятия





выполняли в соответствии с рекомендациями ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» и ВИЛАР [4, 11]. Предшественник рапсострой пятнистой – озимая пшеница. Посев проводили во второй декаде мая. Уборку осуществляли комбайном Сампо 130.

Чтобы определить влияние стимуляторов роста на энергию прорастания, всхожесть и расход запасных веществ семян рапсострой пятнистой сорта Панацея проводили лабораторные опыты с использованием Гумата 7 и Гибберсиба. Способ применения стимуляторов роста: предпосевная обработка семян + некорневая подкормка растений (фаза розетки).

Семена обрабатывали биопрепаратами с помощью ранцевого опрыскивателя, за 1–2 дня до посева. Затем их подсушивали в затененном помещении. Доза Гумата 7 – 0,2 л на 1 т семян, Гибберсиба – 0,0001 % (1 мг исходного вещества на 1 л воды). Расход жидкости – 10 л на 1 т семян. Подкормку растений рапсострой пятнистой проводили в фазу 5–6 листьев. Расход жидкости – 400 л/га. В соответствии с установленными рекомендациями использовали оптимальную концентрацию препаратов – 0,5 л/га.

Структурные и качественные показатели маслосемян определяли по соответствующим нормативам: влажность семян (методом высушивания) – по ГОСТ 12041-66, массу 1000 семян – по ГОСТ 10842-76.

Лабораторные и полевые исследования осуществляли по общепринятым методикам. Это методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [5], методические разработки [4, 6, 7]. Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом (ГОСТ 28268-89). Отбирая из слоя 0–40 см смешанные образцы почвы, устанавливали наличие в ней НРК: нитратного азота (по Грандваль – Ляжу), подвижного фосфора и обменного калия (по Мачигину в модификации ЦИАНО ГОСТ 26205-9). Влажность семян определяли методом высушивания (ГОСТ 12041-66), массу 1000 семян – по ГОСТ 10802-76. Статистическую обработку полученных данных выполняли по Б.А. Доспехову [8].

Результаты исследований. В настоящее время широко используются такие высокоэффективные органоминеральные удобрения, как гуматы. Это природные стимуляторы роста и развития растений. Они включают в себя комплекс основных микроэлементов, необходимых для питания растений, все возможные функциональные группы (карбоксильная, фенольная, спиртовая, хиноидная и др.); содержат до 22 альфа аминокислот. Препараты используют для подкормки растений (корневая и некорневая) и предпосевной обработки семян. Они положительно влияют на всхожесть и энергию прорастания семян, а также иммунную и корневую системы растения, усиливают усвоение питательных веществ. В ходе исследований мы сравнивали эффективность стимуляторов роста Гумата 7 и Гибберсиба.

По нашим данным, при предпосевной обработке семян Гуматом 7 и Гибберсибом повышались по сравнению с контролем энергия прорастания (на 12,1 %), лабораторная всхожесть (на 8,1 %), увеличивались масса и длина корневых ростков на 13,1 мг (на 12 %) и 13,3 мм (на 12 %), табл. 1.

Обработка семян до посева и подкормка растений в период вегетации микроудобрениями и стимуляторами роста ускоряли ростовые процессы, улучшали полевую всхожесть и сохранность рапсострой пятнистой (табл. 2). За годы исследований полевая всхожесть и сохранность растений в среднем (по вариантам опыта) возросли на 5,5–9,8 и 3,9–10,5 % соответственно.

Режим минерального питания и влагообеспеченность оказывают существенное влияние на рост и развитие растений. Полевая всхожесть и сохранность растений были максимальными во влаж-

Таблица 1

Посевные качества семян в зависимости от применения микроэлементов и биологически активных веществ (в среднем за 2018–2020 гг.)

Предпосевная обработка семян	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Масса корешков, мг	Длина корешков, мм
Контроль (вода)	67,9	84,2	50,3	76,8
Гумат 7	75,0	88,1	55,5	83,0
Гибберсиб	74,5	89,1	56,6	83,9
Гумат 7 + Гибберсиб	80,0	92,3	63,4	90,1

Влияние минерального питания и стимуляторов роста на ростовые процессы расторопши пятнистой (в среднем за 2018–2020 гг.)

Вариант	Количество всходов, шт./м ²	Всхожесть, %	Количество растений на 1 м ² (в уборку), шт.	Количество сохранившихся растений, %
Контроль (фон – N ₃₅ P ₃₅)	40,9	82,9	36,0	85,8
N ₃₅ P ₃₅ + Гумат 7 – предпосевная обработка семян	45,1	87,6	40,3	89,2
N ₃₅ P ₃₅ + Гумат 7 – некорневая подкормка	44,3	86,1	38,2	91,8
N ₃₅ P ₃₅ + Гибберсиб – предпосевная обработка семян	44,0	87,8	38,9	92,5
N ₃₅ P ₃₅ + Гибберсиб – некорневая подкормка	46,1	85,8	40,0	92,1
N ₃₅ P ₃₅ +Гумат 7 – предпосевная обработка семян и некорневая подкормка	46,8	90,1	42,7	93,9
N ₃₅ P ₃₅ + Гибберсиб – предпосевная обработка семян и некорневая подкормка	46,3	98,9	44,0	92,7
N ₃₅ P ₃₅ + Гумат 7 + Гибберсиб – предпосевная обработка семян и некорневая подкормка	46,4	93,8	45,0	93,4

ные годы – 93,8–98,9 и 92,7–93,4 % соответственно, в засушливые годы – 85,8–87,8 и 89,2–91,8 %. Такое влияние режима минерального питания, микроудобрений и стимуляторов роста закономерно проявилось и на других элементах продуктивности – густоте стояния растений, их высоте, величине листовой поверхности, формировании биомассы, числе корзинок, массе семян с 1 корзинки и массе 1000 семян. Эти показатели были наиболее высокими при оптимальном сочетании нормы удобрений (N₉₀P₉₀K₆₀), микроэлементов – Гумата 7 и стимулятора роста Гибберсиб при до посевной обработке семян и некорневой подкормке в фазу бутонизации расторопши пятнистой.

Микроэлементы и стимуляторы роста являются важным фактором увеличения урожайности семян, содержания масла (на 31,2 %) и белка (на 22,8 %) в семенах расторопши по сравнению с контролем (на 28,5 и 19,3 % соответственно), табл. 3.

При предпосевной обработке семян и обработке в фазу вегетации (5–6 листьев) достигнуто увеличение урожайности семян по вариантам опыта. Наиболее высокая урожайность семян (1,07 т/га) в среднем за 3 года была отмечена при обработке семян до посева и некорневой подкормке (5–6 листьев) Гумат 7+ Гибберсиб на фоне N₃₅P₃₅. Такое сочетание удобрений и стимулятора роста позволило получить прибавку 0,31 % от контроля (30 %). Внесение микроудобрений и стимулятора роста на фоне N₃₅P₃₅ способствует улучшению качества семян. В среднем за годы исследований достигнуто увеличение масла на 1,6–2,9 %, белка – 2,3–4,4 %. При этом кислотное число по сравнению с контрольным вариантом снижалось на 0,03–0,05 мг КОН, что свидетельствует о повышении технологических свойств семян расторопши.

Продуктивность расторопши пятнистой в зависимости от минерального питания. Основными факторами, повышающими продуктивность этой культуры, являются влага и питательный режим почвы. Применение минеральных удобрений важно не только для повышения этого показателя. Большую роль играет накопление в почве питательных веществ, улучшение ее плодородия. На начальной стадии вегетации расторопши пятнистой требуется небольшое количество питательных веществ, а на последующих этапах развития потребность в них возрастает. Особенности минерального питания расторопши в условиях нашего региона практически не изучены, поэтому нами был проведен опыт по следующей схеме: 1) контроль (без удобрений); 2) N₃₅P₃₅K₃₅; 3) N₆₀P₆₀K₆₀; 4) N₉₀P₉₀K₆₀.

Исследования показали, что до того как был заложен опыт и на контроле содержание нитратного азота в почве было низким – 10,1 мг/кг почвы. Внесение удобрений в средних и высоких дозах способствовало его повышению до 24,2–29,1 мг/кг почвы. На контрольном варианте содержание подвижного фосфора равнялось 22,0–24,5 мг/кг почвы, при применении средней и высокой доз удобрений оно повысилось до 32,0–41,5 %. Что касается обменного



Влияние минерального питания и стимуляторов роста на урожайность расторопши пятнистой (среднее за 2018–2020 гг.)

Вариант	Урожайность семян, т/га			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее
Контроль (фон – $N_{35}P_{35}$)	0,71	0,64	0,99	0,75
$N_{35}P_{35}$ + Гумат 7 – предпосевная обработка семян	0,79	0,77	1,04	0,86
$N_{35}P_{35}$ + Гумат 7 – некорневая подкормка	0,78	0,79	1,12	0,91
$N_{35}P_{35}$ + Гибберсиб – предпосевная обработка семян	0,73	0,76	1,06	0,87
$N_{35}P_{35}$ + Гибберсиб – некорневая подкормка	0,76	0,79	1,09	0,89
$N_{35}P_{35}$ + Гумат 7 – предпосевная обработка семян и некорневая подкормка	0,86	0,75	1,26	0,95
$N_{35}P_{35}$ + Гибберсиб – предпосевная обработка семян и некорневая подкормка	0,86	0,75	1,20	0,96
$N_{35}P_{35}$ + Гумат 7 + Гибберсиб – предпосевная обработка семян и некорневая подкормка	0,98	0,84	1,36	1,07
НСР	0,078	0,027	0,028	0,040

калия, то обеспеченность им была высокой (220–262 мг/кг), поэтому удобрения не оказали существенного влияния на его увеличение.

Улучшение режима минерального питания положительно сказалось на полевой всхожести и сохранности растений. Эти показатели повысились до 98,9 и 93,4 % соответственно, на контроле – 82,9 и 89,8 %. Наши исследования показали, что улучшение режима минерального питания повышало площадь листьев от 38,2 до 48,0 тыс. м²/га, сухую биомассу – от 3,7 до 4,8 т/га, сухую массу корней – от 2,80 до 3,91 т/га.

Внесение азотных удобрений в дозе $N_{90}P_{90}K_{60}$ в сравнении с контролем увеличивало площадь листьев и биомассу на 22,5 %, продолжительность цветения, задерживало созревание семян на 6–8 дней. Указанная закономерность в формировании надземной массы и корневой системы положительно сказалась на урожайности семян (табл. 4).

Таблица 4

Продуктивность расторопши пятнистой в зависимости от уровня минерального питания, т/га

Вариант	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее за 2018–2020 гг.
Контроль	0,62	0,77	1,10	0,83
$N_{35}P_{35}K_{35}$	0,86	1,05	1,39	1,10
$N_{60}P_{60}K_{60}$	0,97	1,39	1,57	1,31
$N_{90}P_{35}K_{35}$	0,95	1,43	1,67	1,35
$N_{90}P_{90}K_{60}$	1,10	1,44	1,74	1,45
$F_{\text{факт}}$	14,77	16,014	102,34	45,02
НСР ₀₅	0,090	0,189	0,069	0,07

Прирост урожая семян расторопши пятнистой получен во влажном 2020 г., в зависимости от режима питания от 1,39 до 1,74 т/га. В 2018 году, который отличался сильной засухой, влияние удобрений на урожайность снижалось. При применении умеренных доз ($N_{35}P_{35}K_{35}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$) прибавка равнялась 0,12–0,24 т/га, а при высокой дозе $N_{90}P_{90}K_{60}$ – 1,10 т/га. В среднем за годы исследований урожайность при использовании умеренных доз удобрений составила соответственно 1,31 и 1,35 т/га. Высокая доза $N_{90}P_{90}K_{60}$ обеспечивала максимальную урожайность 1,45 т/га и прибавку урожая семян 0,64 т/га, или на 66,0 % выше по сравнению с контрольным вариантом. Таким образом, этот вариант был самым лучшим.





Между содержанием элементов питания в почве и урожайностью установлена прямая корреляционная зависимость. Так, между содержанием фосфора в почве и урожайностью семян установлена тесная корреляционная связь – $r = 0,86$.

После всходов расторопша потребляет мало азота. Повышенное его содержание в это время может впоследствии отрицательно сказаться на урожае семян. В период формирования корзинки и до конца фазы цветения расторопши посевам необходим оптимальный режим азотного питания. Повышенное его количество отрицательно сказывается на качестве семян. Максимальное количество азота отмечается в фазу формирования и налива семян. Между содержанием азота в почве и урожаем семян наблюдается прямая корреляционная связь – $r = 0,38$.

В течение всего вегетационного периода расторопша использует значительное количество калия. Усиленно потребляет его при формировании плодов, но больше всего в фазу их созревания. Расторопша, как и другие масличные культуры, нуждается в оптимальном количестве микроэлементов.

Удобрения положительно влияли на соотношение основных элементов продуктивности. Количество корзинок на одном растении при высокой дозе удобрений составляло 2,5–2,7 шт., а при среднем уровне минерального питания – 2,1–2,2 шт., на контроле – 1,9 шт. Минеральные удобрения влияли на дружность созревания корзинок, и их доля снижалась до 73,1–84,1 %, на контроле – 90,5 %.

Результаты исследований показали, что минеральные удобрения способствуют не только повышению урожайности семян, но и положительно влияют на их качественные показатели, в частности на содержание масла в плодах (табл. 5).

Таблица 5

Качественные (химические) показатели семян в зависимости от режима минерального питания

Вариант	Содержание масла, %				Выход масла, кг/га				Среднее за 3 года		
	Годы			среднее	Годы			среднее	кислотное число, мг КОН	флаволигнаны, %	содержание белка
	2018	2019	2020		2018	2019	2020				
Контроль	28,1	26,9	28,0	28,1	212,7	164,3	290,9	224,0	0,28	2,90	19,1
$N_{35}P_{35}K_{35}$	28,6	27,9	29,2	29,6	266,2	197,6	374,4	281,7	0,25	3,03	19,9
$N_{60}P_{60}K_{60}$	29,9	28,3	30,7	30,4	380,0	237,6	491,0	370,4	0,24	3,20	22,8
$N_{90}P_{35}K_{35}$	30,6	30,3	31,7	31,4	406,3	253,1	488,0	382,4	0,22	3,30	22,8
$N_{90}P_{90}K_{60}$	31,9	31,5	32,3	32,2	422,1	278,9	511,8	405,5	0,22	3,70	23,7

В среднем за 3 года содержание масла в семенах на вариантах, где использовали удобрения, составило 29,6–32,2 %, для сравнения на контроле – 28,1 %. При дозе $N_{35}P_{35}K_{35}$ этот показатель доходил до 29,6 %, а при дозе $N_{90}P_{90}K_{60}$ – до 32,2 %.

В более благоприятном по увлажнению 2020 г. отмечали наибольшее количество масла (29,2–32,3 %), а наименьшее – в среднезасушливом 2018 г. (28,6–31,9 %). В среднем за три года выход масла на контроле составил 224,0 кг/га. Показатель повысился при умеренной дозе на 46,4 кг/га, при оптимальной дозе – на 171,5 кг/га.

Качество масла и его ценность определяются по такому показателю, как кислотное число. У масла расторопши низкое кислотное число – от 0,30 до 0,37 мг КОН. Это означает, что масло расторопши относится к высшему классу, оптимальное кислотное число должно быть ниже 0,37 мг КОН.

Содержание незаменимых аминокислот за три года при средней дозе удобрений ($N_{60}P_{60}K_{60}$) возросло на 2,8 %, а при максимальной дозе ($N_{90}P_{90}K_{60}$) – на 3,6 % по сравнению с контролем. Семена расторопши содержат 17 аминокислот, из них 9 незаменимых, что указывает на высокую полноценность белка. Так, на контроле сумма аминокислот – 83,6 мг/кг, а при дозе $N_{90}P_{90}K_{60}$ – 145,2 мг/кг.



По нашим данным, наибольшее количество азота было в плодах – 2,17–3,02 %. Самая низкая его концентрация отмечена в стеблях – 1,41–0,50 %. Аналогичные данные отмечены по содержанию фосфора в плодах и стеблях – 0,47–0,66 и 0,23–0,29 % соответственно. Калий в различных частях растения распределялся равномерно от 3,62 до 4,18 %.

Норма применяемых удобрений изменяла уровень содержания микроэлементов в различных частях растения. Семена рапсостеблелистой пятнистой содержали максимальное количество таких элементов, как железо – 247–253; цинк – 10,3–12,6; медь – 1,59–1,70; марганец – 25,03–28,82; йод – 0,29–0,36 мг/кг сухого вещества. Меньше всего содержалось кадмия, свинца и ртути (соответственно 0,002–0,004; 0,001–0,003; 0,001–0,002 мг/кг), мышьяк не обнаружен.

Способы защиты растений рапсостеблелистой пятнистой. За период проведения опыта на рапсостеблелистой не было отмечено значительного развития болезней [13, 14, 16]. Только на отдельных растениях отмечались пятнистость листьев и ржавчина – 20 и 3,0 % соответственно.

В условиях засухи основная причина снижения урожая заключается в подавлении ростовых процессов, приводящих к уменьшению размеров растения в целом и его репродуктивных органов. Рост и развитие растений во многом зависят от особенностей сорта, от условий места произрастания культуры. Поэтому при возделывании рапсостеблелистой необходимо учитывать условия региона.

Мы обнаружили небольшие повреждения растений такими фитофагами, как тля табачная, или персиковая *Myzodes persicae* Suls (сем. паутинных – клещ Tetranychidae), пенница слюнявая – цикадка (*Philaenus spumarius* L.). Также на ранних фазах вегетации наблюдались единичные особи лугового мотылька (*Pyrausta sticticalis* L.), на последующих – итальянско-го пруса (*Calliptamus italicus* L.). Кроме того, на контрольном варианте были обнаружены блошка полосатая (*Phyllotreta vittula* Redt.) – 9,0 шт. на 1 м² и совка озимая (*Agrotis segetum*) – 4,0 шт. на 1 м² (табл. 6).

Для борьбы с этими вредителями использовали рабочий раствор 170 л/га. Внесение препаратов в фазу 5–6 листьев свидетельствует об их высокой эффективности. Исследования показали, что доза Фьюри 0,70 л/га слабее воздействует на озимую совку (87,5 %), чем доза 0,10 л/га (97,5 %). Эффективность применения баковой смеси Фастак (0,14 л/га) + БИ-58 (0,70 л/га) – 93,3 %.

Таблица 6

Использование различных инсектицидов на посевах рапсостеблелистой пятнистой

Вариант	Норма расхода препарата, л/га, кг/га	Вредитель (озимая совка)	
		численность, шт./м ²	биологическая эффективность, %
Контроль		4,0	
Фьюри	0,70	0,5	87,5
	0,10	0,3	97,5
Фастак + БИ-58	0,14 + 0,70	0,2	93,3

Следует отметить, что обработка посевов рапсостеблелистой пятнистой в фазу 5–6 листьев препаратом Фьюри дозой 0,70 л/га увеличила урожайность семян до 0,90 т/га, дозой 0,10 л/га – до 0,95 т/га, баковой смесью Фастак (0,14 л/га) + БИ-58 (0,70 л/га) – до 0,98 т/га (контроль 0,81 т/га). Таким образом, прибавка составила 0,09; 0,14 и 0,17 т/га (табл. 7).

Численность тли персиковой на растениях рапсостеблелистой, по нашим данным, была различной, что зависело от сложившихся погодных условий. Ее было немного в 2019 и 2020 гг., поэтому она не нанесла серьезного вреда растениям.

В 2018 г. тля в значительном количестве была обнаружена на травянистых растениях. Кроме рапсостеблелистой ее было много на татарнике (сорное растение), который практически не отличается от рапсостеблелистой по своим биологическим и морфологическим признакам. Максимальную ее численность отмечали в фазу розетки – 20 шт. на растение [13]. В связи с этим применяли химическую обработку (в фазу бутонизации) препаратом Децис; биологическая эффективность составила 65,0 %. Повторную обработку проводили в фазу цветения, биологическая эффективность – 96,0 %.

Влияние различных доз препаратов на урожайность семян расторопши пятнистой

Вариант	Норма расхода препарата, л/га, кг/га	Годы			Урожайность, т/га
		2018	2019	2020	среднее за 2018–2020 гг.
Контроль		0,71	0,80	0,92	0,81
Фьюри	0,70	0,83	0,89	0,99	0,90
	0,10	0,89	0,93	1,04	0,95
Фастак + БИ-58	0,14 + 0,70	0,92	0,95	1,08	0,98
НСР ₀₅		0,15	0,20	0,16	

Таким образом, применение инсектицидов снижало вредоносность тли. Однако даже при этом сказывалось ее вредоносное воздействие: листья и стебли преждевременно усыхали, снижался рост растений. Поэтому в 2018 г. высота растений была на 40,1–55,8 % ниже аналогичного показателя в 2019 и 2020 гг., когда обработку посевов не проводили. Изучая динамику накопления биомассы, установили, что листья, созревшие рано в результате высасывания соков тлями, выбраковывались. Это отрицательно сказывалось на фотосинтетической деятельности растений.

Мы также установили, что острозасушливые погодные условия в период вегетации способствовали развитию клещей. В начале вегетации они находились на нижних листьях, затем их колонии занимали верхние листья и соцветия. В благоприятный (наиболее влажный) период вегетации значительные признаки повреждения расторопши или отсутствовали, или составляли не более 4–6 % (на 12–15 % ниже, чем в засушливые периоды). Кроме того, в засушливом 2018 г., при обмолоте корзинок расторопши в фазе полной спелости, были найдены мумии пенницы слюнявой. В результате ее вредоносной деятельности отмечалась деформация листьев и, как следствие, не происходило образования плодов [12].

Следует отметить, что количество вредителей, их вредоносность на расторопше напрямую связаны с условиями внешней среды, а также с численностью энтомофагов. Вредители в значительной степени (16–22 %) повреждают растения расторопши в засушливые годы, меньше всего (4–6 %) в годы с достаточным увлажнением.

Заключение. Исследования показали, что применение удобрений на посевах расторопши в оптимальной дозе ($N_{90}P_{90}K_{60}$) положительно сказывается на питательном режиме почвы, качестве семян. Кроме того, микроэлементы и стимуляторы роста, благотворно влияя в целом на продукционный процесс растений данной культуры, позволяют снизить негативное воздействие на них засухи. При этом урожайность семян существенно повышается (1,45 т/га) по сравнению с контролем (0,83 т/га). На удобренных вариантах ($N_{90}P_{90}K_{60}$) увеличивается содержание масла, флаволигнанов в семенах. По нашим данным, уровень содержания масла зависит от условий влагообеспеченности расторопши.

Применение в оптимальные фазы инсектицидов (баковая смесь Фастак (0,14 л/га) + БИ-58 (0,70 л/га)) для борьбы в частности с озимой совкой способствовало снижению ее численности на 95,0 % и повышению урожайности на 0,17 т/га (21,0 %) по отношению к контролю.

Для определения вредоносности фитофагов, выявления особенностей их развития на растениях расторопши необходимы дальнейшие исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Драник Л. И., Долганенко О. Л., Гризодуб О. И. Флаволигнани плодів червоноквіткової і білокріткової *Silybum marianum* // Фармацевтичний журнал. 1993. № 4. С. 83–85.
2. Ботанико-фармакогностический словарь: справочное пособие / под. ред. К. Ф. Блиновой, Г. П. Яковлева. М.: Высш. шк., 1990. С. 229–230.
3. Задорожный А. М., Кошкин А. Г., Соколов С. Я. Справочник по лекарственным растениям. М., 1988. 228 с.
4. Рекомендации по методике проведения наблюдений и исследований в полевом опыте / НИИСХ Юго-Востока. Саратов: Приволж. кн. изд-во, 1973. 223 с.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1971. 233 с.
6. Ногтев В. П. Новые количественно-аналитические и физиологические показатели ксероморфизма и гигроморфизма растений // Доклады АН СССР. 1950. Т. 74. № 1. С. 143–146.

© Николайченко Н. В., Стрижков Н. И., Стрижков С. Н., Суминова Н. Б., Азизов З. М., 2023





7. Гусев Н. А., Каримова Ф. Г. Водобмен и засухоустойчивость растений // Развитие теоретических и экспериментальных исследований в борьбе с засухой. Ставрополь, 1982. С. 78–79.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., 1985. С. 35–112.
9. Мельникова Т. М. Особенности прорастания семян расторопши пятнистой // Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений: материалы III Междунар. конф. Пенза, 2000. Т. 2. С. 97–98.
10. Ничипорович А. А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев // Тр. Ин-та физиологии растений им. К.А. Тимирязева. М.: Изд-во АН СССР. 1966. 48 с.
11. Пименов К. С. Об эффективности агротехнических способов борьбы с сорняками на основных этапах подготовки почвы к посеву лекарственных трав // Сб. науч. тр., посвящ. 70-летию Всерос. НИИ лекарственных и ароматических растений: Лекарственное растениеводство. М., 2000. С. 341–348.
12. Пименов К. С., Загуменников В. Б., Климахин Г. И. Перспективы выращивания лекарственных растений при орошении // Лекарственное растениеводство: сб. науч. тр., посвящ. 70-летию Всерос. НИИ лекарственных и ароматических растений. М., 2000. С. 285–291.
13. Пименов К. С., Мельникова Г. В. Вредители расторопши пятнистой и меры борьбы с ними // Генетические ресурсы лекарственных и ароматических растений: сб. науч. тр. Междунар. конф., посвящ. 50-летию ботан. сада ВИЛАР. М., 2001. С. 348.
14. Пименов К. С. Биологические основы возделывания лекарственных растений в Среднем Поволжье: дис. в виде науч. докл. ... д-ра биол. наук. М., 2002. 61 с.
15. Medler J. T. Three - year test for meadow spittlebug control In alfalfa // J. Econ. Entomol. 1955. No. 5. P. 47.
16. Medler J. T., Brooks G. N. Insect control in relation to alfalfa seed production in Central Wisconsin // J. Econ. Entomol. 1957. No. 3. P. 50.

REFERENCES

1. Dranik L. I., Dolganenko O. L., Grizodub O. I. Flavolignani fruit of red-flowered and bilobed Silybum marianum. Pharmaceutical journal. 1993; 4: 83–85. (In Russ.).
2. Botanical-pharmacognostic dictionary: a reference guide / under. ed. K. F. Blinova, G. P. Yakovlev. Moscow, 1990: 229–230. (In Russ.).
3. Zadorozhny A. M., Koshkin A. G., Sokolov S. Ya. Handbook of medicinal plants. Moscow, 1988. 228 p. (In Russ.).
4. Recommendations on the methodology for conducting observations and research in the field experience / Research Institute of Agriculture of the South-East. Saratov, 1973. 223 p. (In Russ.).
5. Methods of state variety testing of agricultural crops. Moscow, 1971. 233 p. (In Russ.).
6. Nogtev V. P. New quantitative-analytical and physiological indicators of xeromorphism and hygromorphism of plants. Reports of ANSSSR. 1950; 74; 1: 143–146. (In Russ.).
7. Gusev N. A., Karimova F. G. Water exchange and drought resistance of plants. Development of theoretical and experimental studies in the fight against drought. Stavropol, 1982: 78–79. (In Russ.).
8. Armor B. A. Methods of field experience. Moscow, 1985: 35–112. (In Russ.).
9. Melnikova T. M. Features of seed germination of milk thistle. Introduction of non-traditional and rare agricultural plants. Penza, 2000; 2: 97–98. (In Russ.).
10. Nichiporovich, A.A., Photosynthesis and the theory of obtaining high yields. Moscow, 1966. 48 p. (In Russ.).
11. Pimenov K. S. On the effectiveness of agrotechnical methods of weed control at the main stages of soil preparation for sowing medicinal herbs. Moscow, 2000: 341–348. (In Russ.).
12. Pimenov K. S., Zagumennikov V. B., Klimakhin G. I. Prospects for growing medicinal plants under irrigation. Medicinal plant breeding. Moscow, 2000: 285–291. (In Russ.).
13. Pimenov K. S., Melnikova G. V. Pests of milk thistle and measures to combat them. Genetic resources of medicinal and aromatic plants. Moscow, 2001: 348. (In Russ.).
14. Pimenov K. S. Biological bases of cultivation of medicinal plants in the Middle Volga region. Moscow, 2002. 61 p. (In Russ.).
15. Medler J. T. Three-year test for meadow spittlebug control in alfalfa. J. Econ. Entomol. 1955; 5: 47.
16. Medler J. T., Brooks G. N. Insect control in relation to alfalfa seed production in Central Wisconsin. J. Econ. Entomol. 1957; 3: 50.

Статья поступила в редакцию 20.06.2022; одобрена после рецензирования 28.06.2022; принята к публикации 10.07.2022.

The article was submitted 20.06.2022; approved after reviewing 28.06.2022; accepted for publication 10.07.2022.