

Научная статья

УДК 633.853.55: 631.5:631.8

DOI: 10.25230/2412-608X-2023-3-195-98-107

Применение удобрений на клещевине (результаты исследований во ВНИИМК) (обзор)

Николай Михайлович Тишков

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17
Тел.: (861) 254-13-59
agrohim@vniimk.ru

Аннотация. Исследования ВНИИ масличных культур показали, что урожайность клещевины от применения удобрений на чернозёме выщелоченном повышается на 0,08–0,20 т/га. Наиболее эффективной дозой основного удобрения клещевины является $N_{40}P_{60}$, внесённая осенью вразброс под вспашку зяби. Более высокие дозы удобрения менее эффективны. Калийные удобрения при внесении их совместно с азотно-фосфорными как в обычных (K_{40-45}), так и в повышенных (K_{80-120}) дозах не способствовали росту урожайности клещевины. Масличность семян клещевины при внесении различных доз азотно-фосфорного или полного минерального удобрения не изменялась значительно в сравнении с неудобренным контролем, а сбор масла определялся главным образом урожайностью семян и увеличивался на 0,06–0,09 т/га. Локальное внесение при посеве клещевины $N_{20}P_{30}$ обеспечивало равную урожайность в сравнении с дозой $N_{40}P_{60}$ – 1,73–1,74 т/га. Наиболее эффективно локальное внесение при посеве с размещением лент удобрений на расстоянии 2 см сбоку от семян. На фоне возврата в почву 6,2–6,6 т/га растительных остатков предшествующей озимой пшеницы внесение минеральных удобрений под клещевину способствовало повышению её урожайности на 0,21–0,29 т/га, сбора масла – на 0,11–0,14 т/га. Выявлена зависимость урожайности клещевины от содержания весной в чернозёме выщелоченном нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия. Установлено, что при содержании в слое почвы 0–20 см подвижных фосфатов 26–28 мг/100 г (в вытяжке по Ф.В. Чирикову), обменного калия 31–32 мг/100 г (в вытяжке по А.Л. Масловой) и в слое 0–60 см

нитратного азота свыше 17–18 мг/кг (по Грандваль-Ляжу) клещевина не отзывается положительно на дополнительное внесение удобрений.

Ключевые слова: клещевина, минеральные удобрения, урожайность, содержание масла в семенах, сбор масла

Для цитирования: Тишков Н.М. Применение удобрений на клещевине (результаты исследований во ВНИИМК) (обзор) // Масличные культуры. 2023. Вып. 3 (195). С. 98–107.

UDC 633.853.55: 631.5:631.8

Application of fertilizers on castor plants (the results of VNIIMK, review)

Tishkov N.M., chief researcher, doctor of agriculture

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops

17 Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia
Tel.: (861) 254-13-59

agrohim@vniimk.ru

Аннотация. The researches conducted in the V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops showed that castor plant yield increased by 0.08–0.20 t/ha after fertilizers application on leached chernozem. The more effective dose of a primary fertilizer under castor is $N_{40}P_{60}$, which applied in autumn separately under the plowing. Higher doses of the fertilizers are less effective. Application of potassium fertilizers jointly with nitrogen-phosphorus ones in both typical (K_{40-45}) and increased (K_{80-120}) doses did not caused the yield increase of castor plant. Under application of the different doses of the nitrogen-phosphorous or full mineral fertilizers, oil content in castor seeds did not change significantly comparing with unfertilized control, and oil yield was determined by seed yield and increased by 0.06–0.09 t/ha. The local application of $N_{20}P_{30}$ during castor plant sowing proved the same level of yield comparing with the dose $N_{40}P_{60}$ – 1.73–1.74 t/ha. The local application of fertilizers during sowing is the most effective when placing the fertilizers strips in a distance of 2 cm sideways of the seeds. Against the backfilling into the soil of 6.2–6.6 t/ha of winter wheat residues, the application of mineral fertilizers under castor plant caused the increase of seed yield by 0.21–0.29 t/ha, oil yield – by 0.11–0.14 t/ha. The dependence of castor plant yield on nitrate nitrogen, mobile forms of phosphorous, and exchangeable potassium contents the in leached chernozem in spring was revealed. It is determined the castor plant does not react positively on the additional fertilizer application when contents of mobile forms of phosphates and exchangeable potassium in a soil layer of 0–20 cm are equal to 26–28 mg/100 g (in the hood by Chirikov F.V.) and 31–32 mg/100 g (in the hood by Maslova A.L.), respective-

ly, and content of nitrate nitrogen in a soil layer of 0–60 cm is more 17–18 mg/kg (by Grandval-Lyazhu).

Key words: castor plant, mineral fertilizers, yield, oil content in seeds, oil yield

Введение. Клещевина содержит в семенах 50–55 %, а в ядре 65–70 % касторового масла, специфичность которого обусловлена тем, что 81–96 % его составляют глицериды рицинолевой кислоты, не встречающиеся в маслах других растений. Касторовое масло применяют в производстве алкидных смол, составляющих основу красок, эмалей, лаков, в производстве крекингового масла с получением продуктов для парфюмерии, обладающих запахом жасмина, персика и другими цветочными и фруктовыми запахами [цит. по 1].

Клещевину можно возделывать на Северном Кавказе, где сумма активных температур (свыше 10 °С) от 2000 до 3800 °С и безморозный период 140–180 суток. По данным И.Н. Гальченко (1951), П.В. Токарева (1974), Л.Б. Севастьяновой (1975), минимальная температура прорастания семян клещевины 14–15 °С, оптимальная – 25–30 °С. К началу прорастания семена клещевины поглощают 28–32 % воды и прорастают в течение 9–18 суток [цит. по 2]. В период всходов требуется сумма температур 160–350 °С, всходы–цветение – 800–1200 °С, плодообразование – 1200–2000 °С. В полевых условиях всходы клещевины появляются при температуре почвы 10–12 °С через 20–25 суток, 14–16 °С – через 12–14 суток, 18–20 °С – через 9–11 суток. Во ВНИИМК установлено, что повышенные температуры воздуха в июле – августе приводят к преждевременному созреванию, снижению высоты растений и особенно урожая, отрицательно влияют на массу 1000 семян и содержание масла [цит. по 3].

Клещевина требовательна к почвенному плодородию и хорошо отзывается на внесение минеральных и органических удобрений. Исследованиями В.Н. Салатенко (1968), Л.Л. Бирман (1969), А.И. Ко-

солаповой (1972, 1976) установлено, что отдельные агротехнические приёмы не оказывали значительного влияния на химический состав растений клещевины, более сильно он изменялся по годам исследований [цит. по 4]. Интенсивность поглощения элементов питания растениями клещевины в различные периоды вегетации неодинакова, большая часть их поглощается во второй её половине.

Вынос элементов питания в значительной мере определяется величиной полученного урожая. Потребление их на образование 1 тонны семян также колеблется в диапазоне: азота – 63–94 кг, фосфора – 14–36 кг, калия – 52–80 кг, а в среднем азота – 77 кг, фосфора – 23 кг и калия – 60 кг при соотношении N : P : K = 1 : 0,3 : 0,8. Поглощенные питательные элементы распределяются в растениях клещевины неравномерно: до 55 % азота и 76 % фосфора содержится в семенах и отчуждается с урожаем с поля; калий, кальций и магний до 80–95 % содержатся в вегетативных органах и отчуждение их с урожаем семян незначительно [4]. Клещевина обладает повышенной способностью к усвоению фосфора корневой системой из труднорастворимых фосфатов алюминия, железа и кальция [5], что необходимо учитывать при внесении фосфорных удобрений.

Исследования ВНИИ масличных культур показали, что от применения удобрений на чернозёме выщелоченном урожайность клещевины возрастает на 0,08–0,20 т/га, при этом наиболее эффективно внесение основного удобрения осенью под вспашку зяби [6].

Исследования по удобрению клещевины во ВНИИМК. В опытах Б.К. Игнатьева (1968), проведенных на экспериментальной базе ВНИИ масличных культур (г. Краснодар), на удобренном фоне предшествующей озимой пшеницы увеличение дозы основного удобрения с N₄₅P₆₀ до N₆₀P₉₀ обеспечивало незначительную прибавку урожая семян – 0,04 т/га [7]. Добавление к азотно-фосфорному удобрению калия также не увеличивало урожайность (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность клещевины при разных дозах внесения минеральных удобрений [7]

ВНИИМК, 1964–1967 гг.

Удобрение	Урожайность (т/га) по годам					Прибавка урожая к контролю, т/га
	1964	1965	1966	1967	среднее	
Контроль – без удобрения	1,44	1,10	1,41	1,26	1,30	0
N ₄₅ P ₆₀	1,60	1,22	1,48	1,35	1,41	0,11
N ₄₅ P ₉₀	1,67	1,24	1,45	1,34	1,43	0,13
N ₆₀ P ₉₀	1,69	1,20	1,54	1,35	1,45	0,15
N ₆₀ P ₉₀ K ₄₅	1,68	1,21	1,48	1,36	1,43	0,13

НСР₀₅ 0,13 0,07 0,12 0,06

На Донской опытной станции ВНИИ масличных культур В.И. Медведев (1977) в 1965–1968 гг. на чернозёме карбонатном (обыкновенном) изучал влияние на урожайность клещевины внесения под основную обработку почвы различных доз и состава минеральных удобрений [8]. Выявлено, что увеличение доз фосфорного, азотного, азотно-фосфорного и полного минерального удобрения не повышало урожайность, но снижало окупаемость удобрения прибавкой урожая семян (табл. 2).

Таблица 2

Влияние внесения минеральных удобрений на урожайность клещевины [8]

ДОС ВНИИМК, 1965–1968 гг.

Удобрение	Урожайность (т/га) по годам					Прибавка урожая к контролю, т/га	Окупаемость 1 кг д. в. удобрения прибавкой урожая семян, кг
	1965	1966	1967	1968	среднее		
Контроль – без удобрения	0,91	1,56	0,90	0,87	1,06	0	0
P ₆₀	0,96	1,62	1,06	0,94	1,15	0,09	1,50
P ₁₂₀	0,97	1,65	1,02	0,98	1,16	0,10	0,83
N ₄₅	0,91	1,78	0,85	0,90	1,11	0,05	1,11
N ₉₀	0,84	1,66	0,93	0,94	1,09	0,03	0,33
N ₄₅ P ₆₀	1,05	1,65	0,99	0,90	1,15	0,09	0,86
N ₉₀ P ₁₂₀	1,02	1,71	1,04	0,93	1,18	0,12	0,57
N ₄₅ P ₆₀ K ₄₅	0,99	1,68	1,03	0,94	1,16	0,10	0,67
N ₉₀ P ₁₂₀ K ₉₀	0,99	1,72	1,05	0,95	1,18	0,12	0,40

НСР₀₅ 0,09 0,11 0,13 0,08

Удобрения, внесенные в изучаемых дозах осенью под зябь, способствовали повышению урожайности семян от 0,03

до 0,12 т/га по сравнению с контролем. В целом, наиболее приемлемыми дозами удобрения были P₆₀ и N₄₅P₆₀, обеспечившие прибавки урожая по 0,09 т/га и окупаемость 1 кг д. в. удобрения соответственно 1,5 и 0,86 кг семян.

А.И. Лукашев [6] на основании обобщения экспериментальных данных, полученных во ВНИИ масличных культур Б.К. Игнатьевым [7; 9], Б.К. Игнатьевым, Л.И. Токаревой [10], В.И. Медведевым [8; 11], сделал заключение, что на чернозёмах выщелоченных и карбонатных (обыкновенных) наиболее высокие прибавки урожая семян обеспечивает внесение под зябь основного азотно-фосфорного или фосфорного удобрения в дозах N₄₀₋₄₅P₆₀ и P₆₀ соответственно. Внесение калийного удобрения под клещевину на черноземных почвах не повышает урожайность семян. Применение удобрений весной под культивацию зяби нецелесообразно, эффективность их по сравнению с осенним внесением под вспашку зяби значительно снижается. Припосевное удобрение клещевины в дозах N₁₀P₁₀₋₂₀ на чернозёме выщелоченном и P₂₀ на чернозёме карбонатном (обыкновенном) обеспечивает прибавки урожая 0,09–0,11 т/га к неудобренному контролю.

В 1976–1980 гг. во ВНИИ масличных культур по теме аспирантской подготовки А.И. Лукашевым, А.Т. Неделько [12] проведены исследования по изучению эффективности применения различных доз минерального удобрения вразброс под основную обработку почвы (табл. 3).

Выявлено, что на чернозёме выщелоченном наиболее высокая прибавка урожая семян получена при внесении под зябь азотно-фосфорного удобрения в дозе N₄₀P₆₀ (0,18 т/га) при окупаемости 1 кг д. в. удобрения прибавкой урожая 1,8 кг семян. В среднем за годы исследований доля влияния внесённых удобрений на урожайность клещевины составила всего 4,3 % при доле влияния погодных условий в годы исследований 86,7 %. Увеличение доз удобрения свыше N₄₀P₆₀ и включение в состав азотно-фосфорного

удобрения калия не способствовало росту урожайности и снижало окупаемость 1 кг д. в. удобрений прибавками урожая семян.

Таблица 3

Влияние внесения доз минерального удобрения на урожайность клещевины [12]

ВНИИМК, 1976–1980 гг.

Удобрение	Урожайность (т/га) по годам						Прибавка урожая к контролю, т/га	Окупаемость 1 кг д. в. удобрения прибавкой урожая семян, кг
	1976	1977	1978	1979	1980	среднее		
Контроль – без удобрения	1,57	1,31	1,25	1,72	1,19	1,41	0	0
P ₆₀	1,62	1,40	1,41	1,77	1,21	1,48	0,07	1,17
N ₄₀ P ₆₀	1,73	1,63	1,42	1,90	1,27	1,59	0,18	1,80
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	1,81	1,42	1,39	1,95	1,24	1,56	0,15	1,07
N ₆₀ P ₆₀	1,68	1,68	1,30	1,81	1,28	1,55	0,14	1,17
N ₆₀ P ₉₀	1,42	1,51	1,37	1,88	1,23	1,48	0,07	0,47
N ₉₀ P ₆₀	1,71	1,53	1,23	1,82	1,20	1,50	0,09	0,60
N ₁₂₀ P ₆₀	1,75	1,57	1,35	2,02	1,32	1,60	0,19	1,06
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	1,66	1,56	1,37	1,87	1,28	1,55	0,14	0,47
N ₁₂₀ P ₉₀	1,56	1,49	1,38	1,81	1,25	1,50	0,09	0,43
НСР ₀₅	0,13	0,15	0,09	0,22	0,17			

На масличность семян внесенные минеральные удобрения оказывали незначительное влияние (табл. 4). Но при внесении доз N₁₂₀P₆₀₋₉₀ и N₁₂₀P₆₀K₁₂₀ содержание масла в семенах клещевины снижалось относительно контроля на 0,2–0,6 %.

Таблица 4

Масличность семян клещевины в зависимости от доз минерального удобрения [12]

ВНИИМК, 1976–1980 гг.

Удобрение	Масличность семян (%) по годам						Разница с контролем, %
	1976	1977	1978	1979	1980	среднее	
Контроль – без удобрения	52,6	52,0	51,9	52,7	51,6	52,2	0
P ₆₀	52,0	52,6	52,5	54,7	52,3	52,8	0,6
N ₄₀ P ₆₀	51,3	52,5	53,1	53,4	51,7	52,4	0,2
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	51,3	53,1	52,0	54,4	51,0	52,4	0,2
N ₆₀ P ₆₀	51,9	52,0	52,0	54,7	51,8	52,5	0,3
N ₆₀ P ₉₀	51,4	52,3	51,4	54,0	52,1	52,2	0
N ₉₀ P ₆₀	51,9	51,3	51,2	54,4	52,0	52,2	0
N ₁₂₀ P ₆₀	51,5	51,9	51,5	53,4	51,7	52,0	-0,2
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	51,4	51,4	51,2	52,2	51,7	51,6	-0,6
N ₁₂₀ P ₉₀	51,7	51,5	51,4	52,1	51,7	51,7	-0,5

В среднем по годам исследований содержание масла в семенах клещевины мало изменялось и составляло 51,7–52,1 %, за исключением 1979 г., когда его количество достигало 53,6 %, или на 1,5–1,9 % выше.

От внесения удобрений под основную обработку почвы сбор масла увеличивался в сравнении с контролем на 0,04–0,10 т/га (табл. 5). Выявлено, что в среднем за 1976–1980 гг. оптимальной дозой удобрения клещевины является N₄₀P₆₀, обеспечившая достоверную прибавку сбора масла (0,09 т/га) и окупаемость 1 кг д. в. удобрения 0,9 кг масла клещевины.

Таблица 5

Сбор масла в зависимости от доз вносимого удобрения [12]

ВНИИМК, 1976–1980 гг.

Удобрение	Сбор масла (т/га) по годам						Прибавка сбора масла к контролю, т/га	Окупаемость 1 кг д. в. удобрения прибавкой сбора масла, кг
	1976	1977	1978	1979	1980	среднее		
Контроль – без удобрения	0,79	0,65	0,62	0,87	0,59	0,70	0	0
P ₆₀	0,81	0,71	0,71	0,93	0,61	0,75	0,05	0,83
N ₄₀ P ₆₀	0,85	0,82	0,72	0,94	0,62	0,79	0,09	0,90
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	0,89	0,72	0,69	1,02	0,61	0,79	0,09	0,64
N ₆₀ P ₆₀	0,84	0,84	0,65	0,95	0,64	0,78	0,08	0,67
N ₆₀ P ₉₀	0,70	0,75	0,68	0,97	0,62	0,74	0,04	0,27
N ₉₀ P ₆₀	0,85	0,75	0,60	0,95	0,60	0,75	0,05	0,83
N ₁₂₀ P ₆₀	0,87	0,78	0,67	1,04	0,66	0,80	0,10	0,56
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	0,82	0,77	0,67	0,94	0,64	0,77	0,07	0,23
N ₁₂₀ P ₉₀	0,77	0,74	0,68	0,90	0,62	0,74	0,04	0,19
НСР ₀₅	0,07	0,06	0,05	0,12	0,09			

Исследованиями ВНИИМК в 1979–1983 гг. [13] установлено, что при локальном внесении при посеве клещевины дозу удобрения можно уменьшить с N₄₀P₆₀ до N₂₀P₃₀, а увеличение дозы азотно-фосфорного удобрения до N₈₀P₁₂₀ и полного минерального удобрения до N₈₀P₁₂₀K₈₀ при локальном внесении снижает урожайность в сравнении с контролем на 0,05–0,11 т/га, а с дозой N₂₀₋₄₀P₃₀₋₆₀ – на 0,22–0,28 т/га (табл. 6). От внесения N₂₀P₃₀ или N₄₀P₆₀ при посеве клещевины

прибавки урожая к контролю составляли 0,17 и 0,18 т/га с окупаемостью 1 кг д. в. удобрения соответственно 3,4 и 1,8 кг семян. Локальное внесение высоких доз удобрения при посеве клещевины отрицательно влияет на урожайность семян вследствие задержки прорастания семян и снижения их полевой всхожести из-за резкого увеличения концентрации нитратного азота в зоне очага удобрения.

Таблица 6

Влияние локального внесения разных доз минерального удобрения при посеве на урожайность семян клещевины [13]

ВНИИМК, среднее за 1979–1983 гг.

Удобрение	Средняя за 5 лет урожайность, т/га	Разница к контролю		Окупаемость 1 кг д. в. удобрения прибавкой урожая семян, кг
		т/га	%	
Контроль – без удобрения	1,56	0	0	0
N ₂₀ P ₃₀	1,73	0,17	10,9	3,40
N ₄₀ P ₆₀	1,74	0,18	11,5	1,80
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀	1,67	0,11	7,0	1,57
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	1,62	0,06	3,8	0,43
N ₈₀ P ₁₂₀	1,51	-0,05	-3,2	–
N ₈₀ P ₁₂₀ K ₈₀	1,45	-0,11	-7,0	–

В 1978–1982 гг. во ВНИИМК [13] проведены исследования о возможном повышении урожайности клещевины за счет перенесения половины нормы азота удобрения с осени на весну в подкормку растений (табл. 7).

Таблица 7

Эффективность азотной подкормки растений клещевины [13]

ВНИИМК, среднее за 1978–1982 гг.

Внесено удобрения		Средняя за 5 лет урожайность, т/га	Прибавка урожая к контролю		Окупаемость 1 кг д. в. удобрения прибавкой урожая семян, кг
осенью под зябь	весной в подкормку растений		т/га	%	
Контроль – без удобрения		1,47	0	0	0
	P ₆₀	1,49	0,02	1,4	0,33
	N ₄₀ P ₆₀	1,68	0,21	14,3	2,10
	N ₂₀ P ₆₀	1,64	0,17	11,6	1,70
	N ₃₀ P ₆₀	1,60	0,13	8,8	1,08
	N ₄₅ P ₆₀	1,65	0,18	12,2	1,20

Выявлено, что внесение половины нормы азота удобрения (N₂₀P₆₀ + N₂₀) весной в подкормку растений клещевины не имеет преимущества перед разовым внесением N₄₀P₆₀ осенью под зябь, а увеличение доз азота с N₃₀P₆₀ + N₃₀ до N₄₅P₆₀ + N₄₅ на фоне P₆₀ приводило к снижению урожайности в сравнении с дозой N₄₀P₆₀ на 0,08 и 0,03 т/га и уменьшению окупаемости 1 кг д. в. удобрения на 1,02 и 0,90 кг семян соответственно.

В 1979–1982 гг. во ВНИИ масличных культур проведены исследования по сравнительной эффективности разбросного под зябь, под культивацию зяби и локального способов внесения дозы N₄₀P₆₀ под клещевину [13]. Выявлено, что действие удобрения в сильной степени определяется размещением лент его относительно рядка семян (табл. 8).

Таблица 8

Эффективность способов применения удобрения под клещевину [13]

ВНИИМК, среднее за 1979–1983 гг.

Способ внесения удобрения	Средняя за 5 лет урожайность, т/га	Прибавка урожая к контролю		Окупаемость 1 кг д. в. удобрения прибавкой урожая семян, кг
		т/га	%	
Контроль – без удобрения	1,37	0	0	0
N ₄₀ P ₆₀ вразброс под зябь	1,64	0,27	19,7	2,70
N ₄₀ P ₆₀ вразброс под культивацию зяби	1,51	0,14	10,2	1,40
N ₄₀ P ₆₀ локально лентами на 2 см сбоку рядка семян	1,73	0,36	26,3	3,60
N ₄₀ P ₆₀ локально лентами на 10 см сбоку рядка семян	1,66	0,29	21,2	2,90
N ₄₀ P ₆₀ локально лентами на 20 см сбоку рядка семян	1,52	0,15	10,9	1,50
N ₄₀ P ₆₀ локально лентами на 35 см сбоку рядка семян	1,38	0,01	0,7	0,10

Из сравниваемых способов разбросного (осенью под вспашку зяби и весной под культивацию) и локального (размещение на разном расстоянии лент удобрения от рядков семян) внесения азотно-фосфорного удобрения в дозе N₄₀P₆₀

наиболее эффективно локальное внесение при посеве лентами на расстоянии 2 см сбоку рядков. Этот приём позволил повысить урожайность в среднем за 5 лет исследований на 0,36 т/га (26,3 %) к контролю с окупаемостью 1 кг д. в. удобрения 3,6 кг семян клещевины. Внесение $N_{40}P_{60}$ осенью под зябь и локально при посеве лентами на расстоянии 10 см сбоку от рядков семян оказалось равноценными приёмами, и прибавки урожая составили соответственно 0,27 и 0,29 т/га. При внесении $N_{40}P_{60}$ весной под культивацию зяби и при посеве локально лентами на расстоянии 20 см от рядков семян прибавки урожая снижались до 0,14–0,15 т/га (на 48,1–48,3 %). Удобрения, внесенные локально лентами в середину междурядий, не оказывали влияния на урожайность клещевины.

Во ВНИИ масличных культур на чернозёме выщелоченном малогумусном сверхмощном (г. Краснодар) в 1964 г. заложен стационарный полевой опыт по изучению систем удобрения в 8-польном зернопропашном севообороте с масличными культурами: подсолнечник – озимая пшеница – клещевина – озимая пшеница – соя (в первой ротации сахарная свёкла) – озимая пшеница – кукуруза + соя на зеленый корм – озимая пшеница, который был включен в Географическую сеть опытов с удобрениями СССР. Опыт был закрыт в 1992 г., в начале 4-й ротации севооборота.

В стационарном опыте вели наблюдения за содержанием в почве гумуса, нитратного и аммонийного азота, подвижных фосфатов, степени подвижности фосфатов, обменного калия, определяли активную, обменную и гидролитическую кислотность, сумму поглощенных оснований, степень насыщенности почвы основаниями, микробиологические свойства чернозёма выщелоченного в зависимости от насыщения севооборота удобрениями.

Исследованиями выявлено, что содержание нитратного и аммонийного азота, подвижного фосфора в слое почвы 0–60 см

при внесении удобрений в севообороте увеличивалось в зависимости от нормы удобрения в сравнении с неудобренным контролем. Содержание обменного калия заметно возрастало только в слое 0–20 см и слабо изменялось в слое почвы 21–60 см при высоком уровне обеспеченности этой формой калия.

Результаты исследований во 2-й и 3-й ротациях севооборота (1975–1986 гг.) о влиянии вносимых удобрений в звене озимая пшеница – клещевина на продуктивность клещевины и в 3-й ротации (1983–1986 гг.) выявленные зависимости её урожайности от содержания нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия в чернозёме выщелоченном на фоне использования надземных растительных остатков предшествующих клещевине культур севооборота (подсолнечник – озимая пшеница) приведены в настоящей работе.

При внесении минеральных удобрений содержание нитратного азота в слое 0–60 см, где сосредоточена основная масса корней растений, возрастало в сравнении с неудобренной почвой на 16–46 %; в слое 0–20 см увеличивалось содержание подвижных фосфатов на 23–32 % и обменного калия на 3–4 %. Содержание подвижных фосфатов в почве – один из основных показателей её эффективного плодородия, в значительной мере определяющих урожайность возделываемых культур. Обеспеченность растений фосфором зависит не только от содержания его доступных форм, но и степени их подвижности. В зависимости от норм внесения удобрений подвижность фосфатов увеличивалась в сравнении с неудобренным контролем в слое 0–20 см на 42–72 %.

Проведенные исследования за две ротации севооборота (1965–1982 гг.) показали, что клещевина сравнительно слабо реагировала урожайностью на повышение норм внесения удобрений. Прибавки урожая семян от внесённых удобрений во 2-й ротации севооборота (1975–1978 гг.) составляли 0,05–0,12 т/га в сравнении с

контролем [14]. На фоне возврата в почву растительных остатков озимой пшеницы и внесения минеральных удобрений в 3-й ротации (1983–1986 гг.) урожайность клещевины была выше, чем во 2-й ротации: в контроле – на 0,19 т/га (16,4 %), при внесении азотно-фосфорного удобрения в дозах $N_{30}P_{60}$ – на 0,22–0,40 т/га (16,4–32,3 %), полного минерального удобрения $N_{60}P_{90}K_{60}$ – на 0,31 т/га (25,0 %) [15; 16].

На фоне заделки в почву 6,22–6,61 т/га измельченной соломы озимой пшеницы после подсолнечника максимальная урожайность клещевины получена при внесении осенью под зяблевую вспашку $N_{30}P_{90}$ – 1,64 т/га с прибавкой урожая семян 0,29 т/га (21,5 %) к контролю и окупаемостью 1 кг д. в. минерального удобрения 2,42 кг семян (табл. 9). При внесении $N_{60}P_{60}$ и $N_{60}P_{90}K_{60}$ прибавки урожая семян достигали 0,21–0,24 т/га в сравнении с контролем, но окупаемость 1 кг д. в. внесённого минерального удобрения снижалась на 0,67–1,28 кг семян (27,7–52,9 %) в сравнении с дозой $N_{30}P_{90}$ [15; 16].

Таблица 9

Урожайность клещевины в зависимости от норм внесения соломы озимой пшеницы и минерального удобрения

ВНИИМК, 1983–1986 гг.

Удобрение	Урожайность (т/га) по годам					Прибавка урожая к контролю, т/га	Окупаемость 1 кг д. в. минерального удобрения прибавкой урожая семян, кг
	1983	1984	1985	1986	среднее		
3,76 т/га соломы – контроль	1,49	1,25	1,41	1,23	1,35	0	0
6,22 т/га соломы + $N_{30}P_{90}$	1,83	1,50	1,69	1,52	1,64	0,29	2,42
6,26 т/га соломы + $N_{60}P_{60}$	1,71	1,51	1,64	1,39	1,56	0,21	1,75
6,32 т/га соломы + $N_{60}P_{90}$	1,67	1,52	1,67	1,46	1,58	0,23	1,53
6,61 т/га соломы + $N_{60}P_{90}K_{60}$	1,70	1,50	1,70	1,47	1,59	0,24	1,14
НСР ₀₅	0,07	0,08	0,09	0,11	0,08		

По результатам исследований в 1983–1986 гг. установлена криволинейная зависимость урожайности клещевины от содержания весной в слое почвы 0–60 см нитратного азота, в слое 0–20 см подвижного фосфора и обменного калия. Рассчитаны уравнения регрессии соответственно: $y = 1,21 + 0,05 \cdot x - 0,0013 \cdot x^2$; $y = -5,31 + 0,506 \cdot x - 0,0093 \cdot x^2$; $y = -1,77 + 0,204 \cdot x - 0,0031 \cdot x^2$. Выявлено, что при содержании весной в чернозёме выщелоченном нитратного азота более 17–20 мг/кг почвы, подвижного фосфора более 26–28 мг/100 г (в вытяжке по Ф.В. Чирикову) и обменного калия более 31–33 мг/100 г (в вытяжке по А.Л. Масловой) дополнительное внесение минерального удобрения под клещевину не эффективно.

Масличность семян клещевины слабо зависела от заделки в почву измельченной соломы озимой пшеницы и внесения минерального удобрения и в среднем за 3-ю ротацию севооборота составляла 51,2–51,5 % по вариантам опыта, но различалась по годам исследований (табл. 10).

Таблица 10

Масличность семян клещевины в зависимости от норм внесения соломы озимой пшеницы и минерального удобрения

ВНИИМК, 1983–1986 гг.

Удобрение	Масличность семян (%) по годам					Разница с контролем, %
	1983	1984	1985	1986	среднее	
3,76 т/га соломы – контроль	50,0	53,7	50,1	50,9	51,2	0
6,22 т/га соломы + $N_{30}P_{90}$	50,8	54,1	49,6	50,9	51,4	0,2
6,26 т/га соломы + $N_{60}P_{60}$	51,3	54,2	49,7	50,7	51,5	0,3
6,32 т/га соломы + $N_{60}P_{90}$	50,9	54,4	49,4	50,8	51,4	0,2
6,61 т/га соломы + $N_{60}P_{90}K_{60}$	51,7	54,3	49,4	50,3	51,4	0,2

Самое высокое содержание масла в семенах клещевины отмечалось в 1984 г. – в среднем 54,1 % при уровне масличности семян в другие годы исследований 49,6–50,9 %. По сравнению со 2-й ротацией севооборота (1975–1978 гг.) масличность

семян уменьшилась в 3-й ротации на 0,8–1,2 %.

Сбор масла определялся главным образом урожайностью семян клещевины и составлял от 0,66 т/га в контроле до 0,77–0,81 т/га при внесении разных норм минерального удобрения на фоне заделки в почву под основную обработку 6,22–6,61 т/га измельчённой соломы озимой пшеницы после подсолнечника (табл. 11). Самый высокий сбор масла получен при внесении осенью под вспашку зяби $N_{30}P_{90}$ – 0,81 т/га, превысивший контроль на 0,15 т/га с окупаемостью 1 кг д. в. минерального удобрения 1,25 кг клещевинного масла. Другие изучаемые нормы внесения минерального удобрения обеспечивали близкие прибавки сбора масла – 0,11–0,13 кг/га, но окупаемость 1 кг д. в. удобрения прибавкой сбора масла уменьшалась на 0,33–0,63 кг масла (26,4–50,4 %) в сравнении с нормой внесения $N_{30}P_{90}$.

Таблица 11

Сбор масла в зависимости от норм внесения соломы озимой пшеницы и минерального удобрения

ВНИИМК, 1983–1986 гг.

Удобрение	Сбор масла (т/га) по годам					Прибавка сбора масла к контролю, т/га	Окупаемость 1 кг д. в. минерального удобрения прибавкой сбора масла, кг
	1983	1984	1985	1986	среднее		
3,76 т/га соломы – контроль	0,72	0,64	0,68	0,60	0,66	0	0
6,22 т/га соломы + $N_{30}P_{90}$	0,89	0,78	0,81	0,74	0,81	0,15	1,25
6,26 т/га соломы + $N_{60}P_{60}$	0,84	0,79	0,78	0,68	0,77	0,11	0,92
6,32 т/га соломы + $N_{60}P_{90}$	0,82	0,79	0,79	0,71	0,78	0,12	0,80
6,61 т/га соломы + $N_{60}P_{90}K_{60}$	0,84	0,78	0,81	0,71	0,79	0,13	0,62
НСР ₀₅	0,04	0,05	0,05	0,06	0,05		

В сравнении с данными за вторую ротацию севооборота (1975–1978 гг.) от возврата в почву измельчённой соломы озимой пшеницы после подсолнечника в количестве 3,76 т/га в контроле и 6,22–6,61 т/га при внесении под озимую пше-

ницу минерального удобрения в 3-й ротации сбор масла увеличивался в контроле с 0,58 до 0,66 т/га, в вариантах с внесением минеральных удобрений – с 0,62–0,68 до 0,77–0,81 т/га.

Заключение. На основании многолетних исследований во ВНИИ масличных культур в краткосрочных и многолетнем стационарном опытах установлены особенности применения минеральных удобрений под клещевину по предшественнику озимая пшеница.

Наиболее эффективной дозой внесения основного удобрения под клещевину осенью вразброс под вспашку зяби является $N_{40}P_{60}$. Внесение более высоких доз азотно-фосфорного удобрения снижает его эффективность. Внесение полного минерального удобрения в дозе $N_{40}P_{60}K_{40}$ по эффективности уступало дозе $N_{40}P_{60}$. Перенесение половины дозы азота (N_{20}) в весеннюю подкормку растений клещевины ($N_{20}P_{60}+N_{20}$) не имело преимуществ в сравнении с внесением всей нормы ($N_{40}P_{60}$) осенью под основную обработку почвы.

Локальное внесение при посеве клещевины азотно-фосфорного удобрения в дозах $N_{20}P_{30}$ и $N_{40}P_{60}$ способствовало повышению урожайности семян на 0,17–0,18 т/га, но окупаемость 1 кг д. в. удобрения значительно различалась – соответственно дозе удобрения 3,4 и 1,8 кг семян. Наиболее эффективно вносить при посеве клещевины азотно-фосфорное удобрение с размещением лент удобрения сбоку рядков семян на расстоянии 2 см.

Внесенные минеральные удобрения в дозах $N_{40-60}P_{60}$ не оказывали значительного влияния на масличность семян клещевины, но увеличение дозы выше оптимальной приводило даже к снижению содержания масла. Сбор масла относительно контроля определялся урожайностью клещевины.

На фоне заделки в почву 6,22–6,61 т/га измельченных послеуборочных растительных остатков озимой пшеницы после подсолнечника в 3-й ротации севооборота (1983–1986 гг.) внесение минеральных удобрений вразброс осенью под зябь спо-

собствовало повышению урожайности клещевины на 0,21–0,29 т/га, сбора масла – на 0,11–0,15 т/га в зависимости от дозы удобрения по сравнению с контролем (заделка в почву 3,76 т/га растительных остатков).

Выявлена криволинейная зависимость урожайности клещевины от содержания весной в чернозёме выщелоченном нитратного азота в слое 0–60 см ($y = 1,21 + 0,05 \cdot x - 0,0013 \cdot x^2$, мг/кг), в слое 0–20 см подвижного фосфора по Чирикову ($y = -5,31 + 0,506 \cdot x - 0,0093 \cdot x^2$, мг/100 г) и обменного калия по Масловой ($y = -1,77 + 0,204 \cdot x - 0,0031 \cdot x^2$, мг/100 г).

Установлено, что при содержании весной в слое почвы 0–20 см 26–28 мг/100 г подвижного фосфора, 31–32 мг/100 г обменного калия и в слое 0–60 см 17–18 мг/кг нитратного азота клещевина не отзывается положительно на дополнительное внесение минеральных удобрений.

Список литературы

1. Мошкин В.А. Народнохозяйственное значение и районы возделывания клещевины // В кн.: Клещевина / Под ред. В.А. Мошкина. – М.: Колос, 1980. – С. 7–13.
2. Севастьянова Л.Б. Прорастание семян // В кн.: Клещевина / Под ред. В.А. Мошкина. – М.: Колос, 1980. – С. 49–52.
3. Мошкин В.А. Экология // В кн.: Клещевина / Под ред. В.А. Мошкина. – М.: Колос, 1980. – С. 73–80.
4. Суетов В.П. Минеральное питание // В кн.: Клещевина / Под ред. В.А. Мошкина. – М.: Колос, 1980. – С. 85–92.
5. Косолапова А.И. О выносе азота и зольных элементов растениями клещевины и возможности использования ею труднорастворимых фосфатов кальция // Агрехимия. – 1976. – № 3 – С. 20–25.
6. Лукашев А.И. Удобрение // В кн.: Клещевина / Под ред. В.А. Мошкина. – М.: Колос, 1980. – С. 238–245.
7. Игнатъев Б.К. Удобрение масличных культур // Агротехника масличных культур (сборник научных работ отдела земледелия). – Краснодар, 1968. – С. 298–311.
8. Медведев В.И. Эффективность применения минеральных удобрений под клещевину в зоне недостаточного увлажнения // Сб.: Основная обработка почвы и удобрения под масличные культуры. – Краснодар, 1977. – С. 121–124.
9. Игнатъев Б.К. Эффективность применения удобрений под масличные культуры // Бюл. науч.-тех. инфор. по маслич. культ. – Ноябрь 1967. – С. 72–82.
10. Игнатъев Б.К., Токарева Л.И. Влияние минеральных удобрений на качество урожая подсолнечника и клещевины // Тр. ЦИНАО. – 1976. – Вып. 4. – С. 107–112.
11. Медведев В.И. Агротехника клещевины в Ростовской области // Агротехника масличных культур (сборник научных работ отдела земледелия). – Краснодар, 1968. – С. 194–204.
12. Лукашев А.И., Неделько А.Т. Оптимизация доз и соотношений НРК в основном удобрении клещевины при различных способах его внесения // Отчёт о законченной НИР. – Краснодар: ВНИИ масличных культур, 1980. – 12 с.
13. Тишков Н.М. Исследования по агрохимии масличных культур во ВНИИМК // Сборник научных трудов ВНИИМК. Материалы международной конференции, посвящённой 90-летию ВНИИМК. – Краснодар, 2003. – С. 81–102.
14. Павленко В.А., Тишков Н.М., Енкина О.В. Плодородие выщелоченного чернозёма при длительном применении удобрений. – Краснодар, 1996. – 107 с.
15. Тишков Н.М. Плодородие почвы и продуктивность клещевины при длительном применении удобрений в севообороте с масличными культурами // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2002. – Вып. 127. – С. 72–82.
16. Тишков Н.М. Плодородие выщелоченного чернозёма Западного Предкавказья и продуктивность зернопропашного севооборота с масличными культурами при длительном применении удобрений:

дис. ... д-ра с.-х. наук / Николай Михайлович Тишков. – Краснодар, 2006. – 404 с.

References

1. Moshkin V.A. Narodnokhozyaystvennoe znachenie i rayony vozdeleyvaniya kleshcheviny // V kn.: Kleshchevina / Pod red. V.A. Moshkina. – M.: Kolos, 1980. – S. 7–13.
2. Sevast'yanova L.B. Prorastanie semyan // V kn.: Kleshchevina / Pod red. V.A. Moshkina. – M.: Kolos, 1980. – S. 49–52.
3. Moshkin V.A. Ekologiya // V kn.: Kleshchevina / Pod red. V.A. Moshkina. – M.: Kolos, 1980. – S. 73–80.
4. Suetov V.P. Mineral'noe pitanie // V kn.: Kleshchevina / Pod red. V.A. Moshkina. – M.: Kolos, 1980. – S. 85–92.
5. Kosolapova A.I. O vynosе азота i zol'nykh elementov rasteniyami kleshcheviny i vozmozhnosti ispol'zovaniya eyu trudnorastvorimykh fosfatov kal'tsiya // Agrokhimiya. – 1976. – № 3. – S. 20–25.
6. Lukashev A.I. Udobrenie // V kn.: Kleshchevina / Pod red. V.A. Moshkina. – M.: Kolos, 1980. – S. 238–245.
7. Ignat'ev B.K. Udobrenie maslichnykh kul'tur // Agrotekhnika maslichnykh kul'tur (sbornik nauchnykh rabot otdela zemledeliya). – Krasnodar, 1968. – S. 298–311.
8. Medvedev V.I. Effektivnost' primeneniya mineral'nykh udobreniy pod kleshchevinu v zone nedostatochnogo uvlazhneniya // Sb.: Osnovnaya obrabotka pochvy i udobreniya pod maslichnye kul'tury. – Krasnodar, 1977. – S. 121–124.
9. Ignat'ev B.K. Effektivnost' primeneniya udobreniy pod maslichnye kul'tury // Byul. nauch.-tekh. infor. po maslich. kul't. – Noyabr' 1967. – S. 72–82.
10. Ignat'ev B.K., Tokareva L.I. Vliyanie mineral'nykh udobreniy na kachestvo urozhaya podsolnechnika i kleshcheviny // Tr. TsINAО. – 1976. – Vyp. 4. – S. 107–112.
11. Medvedev V.I. Agrotekhnika kleshcheviny v Rostovskoy oblasti // Agrotekhnika maslichnykh kul'tur (sbornik nauchnykh

rabot otdela zemledeliya). – Krasnodar, 1968. – S. 194–204.

12. Lukashev A.I., Nedel'ko A.T. Optimizatsiya doz i sootnosheniy NPK v osnovnom udobrenii kleshcheviny pri razlichnykh sposobakh ego vneseniya // Otchet o zakonchennoy NIR. – Krasnodar: VNIИ maslichnykh kul'tur, 1980. – 12 s.

13. Tishkov N.M. Issledovaniya po agrokhimii maslichnykh kul'tur vo VNIИMK // Sbornik nauchnykh trudov VNIИMK / Materialy mezhdunarodnoy konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu VNIИMK. – Krasnodar, 2003. – S. 81–102.

14. Pavlenko V.A., Tishkov N.M., Enkina O.V. Plodorodie vishchelochnogo chernozema pri dlitel'nom primeneniі udobreniy. – Krasnodar, 1996. – 107 s.

15. Tishkov N.M. Plodorodie pochvy i produktivnost' kleshcheviny pri dlitel'nom primeneniі udobreniy v sevooborote s maslichnymi kul'turami // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIИMK. – 2002. – Vyp. 127. – S. 72–82.

16. Tishkov N.M. Plodorodie vishchelochnogo chernozema Zapadnogo Predkavkaz'ya i produktivnost' zernopropashnogo sevooborota s maslichnymi kul'turami pri dlitel'nom primeneniі udobreniy: dis. ... d-ra s.-kh. nauk / Nikolay Mikhaylovich Tishkov. – Krasnodar, 2006. – 404 s.

Сведения об авторе

Н.М. Тишков, гл. науч. сотр., д-р с.-х. наук

Получено/Received
15.06.2023

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed
16.06.2023

Получено после доработки/Manuscript revised
19.06.2023

Принято/Accepted
21.09.2023

Manuscript on-line
30.11.2023