

*Общее земледелие, растениеводство*

Научная статья

УДК 633.854.54: 631.5:632.9

DOI: 10.25230/2412-608X-2023-4-196-14-24

**Методика проведения  
агротехнических исследований  
в опытах с масличными  
культурами (Сообщение 4.  
Исследования в опытах  
с масличным льном)**

**Вячеслав Михайлович Лукомец  
Николай Михайлович Тишков  
Марина Валериевна Трунова  
Сергей Анатольевич Семеренко**

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК,

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17

Тел.: (861) 255-59-33

vniimk@vniimk.ru

**Аннотация.** В работе излагаются методические особенности проведения исследований в опытах с масличным льном. Приведены наблюдения и учёты в опытах с масличным льном по следующим показателям: строение, рост и развитие; фенология и биометрия; визуальная диагностика минерального питания масличного льна; методики обследования посевов для выявления болезней и вредителей; определение элементов структуры урожая; лабораторно-аналитические наблюдения; учёт урожая и расчёт потребления питательных элементов, сбора белка и масла с урожаем семян. Статья подготовлена на основании опубликованной книги авторов В.М. Лукомца, Н.М. Тишкова, С.А. Семеренко «Методика агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами» (Краснодар, 2022).

**Ключевые слова:** методика научных исследований, масличный лён, наблюдения и учёты в полевых опытах

**Для цитирования:** Лукомец В.М., Тишков Н.М., Трунова М.В., Семеренко С.А. Методика проведения агротехнических исследований в опытах с масличными культурами (Сообщение 4. Исследования в опытах с масличным льном) // Масличные культуры. 2023. Вып. 4 (196). С. 14–24.

UDC 633.854.54: 631.5:632.9

**Methodology of agricultural and technical investigations in experiments with oil crops (Report IV. Experiments with oil flax)**

**Lukomets V.M.**, scientific tutor, doctor of agriculture, academician RAS

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

**Trunova M.V.**, deputy director for science, PhD in biology

**Semerenko S.A.**, head of the lab., leading researcher, PhD in biology

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

17 Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia

Tel.: (861) 255-59-33

vniimk@vniimk.ru

**Abstract.** There are stated methodic peculiarities of investigations in experiments with oil flax. There are presented observations and accounts in the field experiments with oil flax by the following indicators: plant structure, growth, and development; phenology and biometrics; the visual diagnostic of mineral nutrition of oil flax; methods of crops observation to detect diseases and pests; the determination of elements of yield structure; analytic observations in laboratory; yield account and the calculation of the consumption of nutrients, oil and protein yields, and seed yield. The article is based on a published book “Methodology of agricultural and chemical investigations in experiments with oil crops” by Lukomets V.M., Tishkov N.M., and Semerenko S.A. (Krasnodar, 2022).

**Key words:** methodology of scientific research, oil flax, observations and accounts in field experiments

**Введение.** Подготовка магистров, аспирантов и научных сотрудников связана с необходимостью методического обеспечения научных агротехнических исследований и предусматривает умение исследователя обосновывать и разрабатывать планы научных исследований, проводить лабораторные, вегетационные и полевые эксперименты. Это требует от исследователя развитие самостоятельного мышления, критического отношения к имеющимся данным, умения обосновать выбор методики исследования, анализировать, обобщать и оценивать полученные результаты, делать научно обоснованные выводы, вытекающие из результатов исследований, разрабатывать и предлагать рекомендации для использования в сельскохозяйственном производстве.

## **Методика проведения исследований, учётов и наблюдений в опытах с масличным льном [2; 3; 4; 5; 6]**

Основные элементы методики полевого опыта изложены в статье Лукомца В.М., Тишкова Н.М., Труновой М.В., Семеренко С.А., Махонина В.Л. «Методика проведения агротехнических исследований в опытах с масличными культурами (Сообщение 1. Исследования в опытах с соей)» [1].

### ***Строение растений, рост и развитие***

*Корневая система* стержневая с хорошо выраженным главным корнем. Боковые корни первого порядка развиваются по всей длине главного корня не глубже 50–60 см. На боковых корнях первого порядка образуются корни второго порядка. Ветвление корней может достигать до 4–5-го порядка. Корни тонкие, хрупкие. Глубина проникновения корней может достигать 100 см и более.

Главный корень интенсивно растёт уже в первые дни после появления всходов. К десятидневному возрасту длина главного корня в 2,5–3 раза превосходит длину стебля и к цветению достигает глубины около 100 см. Он продолжает расти и после цветения до фазы начала созревания.

*Стебель* прямостоячий, цилиндрический, голый с восковым налётом, от светло-серой до тёмно-зелёной окраски. Для масличного льна важным признаком является ветвление стебля. Веточки могут появиться из каждой пазушной почки на стебле. На ветвление стебля наибольшее влияние оказывает густота стояния растений. В изреженных посевах при увеличении площади питания растений улучшается корневое питание, что способствует стимулированию пробуждения базальных почек. Образование дополнительных продуктивных побегов позволяет растениям адаптироваться к разреженным посевам.

*Листья* очерёдные, ланцетные, заострённые, сидячие, цельнокрайние, не имеют черешков и опушения, зелёные или сизые, расположены на стебле по спира-

ли. Число листьев на главном стебле зависит от продолжительности вегетационного периода и составляет от 60 до 85 штук. В период интенсивного роста растений возрастает суммарная площадь листьев за счёт увеличения их числа и размеров, достигая максимальных значений к фазе бутонизации – начала цветения.

*Соцветие* – зонтиковидная кисть. Цветки правильные, диаметр до 20 мм и более, окраска венчика от голубой до тёмно-синей, реже белая или фиолетовая.

*Цветок* состоит из двойного околоцветника, включающего пять чашелистиков и пять лепестков венчика, пяти тычинок и верхней пятигнёздной завязи с пятью отдельными столбиками пестика, оканчивающимися булавовидными рыльцами.

*Плод* – шаровидная коробочка, разделённая пятью перегородками на пять гнёзд. Каждое гнездо в свою очередь разделено на две половины неполной полукруглой перегородкой. Каждая половина несёт одно семя. При полном оплодотворении и нормальном развитии в коробочке может образоваться 10 семян.

*Семена.* Семя плоское, яйцевидное, блестящее, кверху суживающееся в слегка загнутый носик. Окраска семян обычно коричневая, реже жёлтая. Между окраской венчика цветка и семян существует зависимость: растения с голубыми или фиолетовыми цветками имеют коричневые семена, с белыми или розовыми цветками – жёлтые семена.

Сухие семена имеют гладкую и скользкую поверхность и обладают высокой сыпучестью. Толщина семян составляет 0,9–1,55 мм, ширина – 1,8–3,2 мм и длина – 3,7–5,7 мм. Масса 1000 семян у современных сортов масличного льна варьирует в пределах 6,5–9,0 г.

В жизненном цикле роста и развития растений масличного льна выделяют следующие фазы.

*Всходы.* Начало фазы связано с набуханием семян, а завершение – с появле-

нием семядольных листьев. После посева семян в почву они начинают набухать при температуре почвы 5–7 °С и прорастать при температуре 6 °С. Для получения быстрых всходов через 7–12 суток оптимальная температура почвы на глубине 5 см должна составлять 10–12 °С.

«Ёлочка» – период от фазы всходов до фазы бутонизации. Фаза «ёлочки» характеризуется медленным ростом растений в высоту в начале фазы и интенсивным ростом корневой системы. В конце фазы происходит быстрый рост растений, который продолжается в фазе бутонизации.

**Бутонизация.** Фаза начинается с образования бутонов. Становится видным первый закрытый бутон, верхушка растения склоняется. Начинается образование соцветий. Заканчивается фаза бутонизации появлением цветков, пожелтением нижних листьев. В фазе бутонизации растения достигают репродуктивной стадии развития.

**Цветение** начинается с образования цветков и заканчивается, когда отцветёт 90 % бутонов. К концу цветения прекращается рост растений. При засушливой и жаркой погоде период цветения сокращается, а при выпадении в последующем обильных осадков может наблюдаться вторичное цветение растений.

**Созревание** начинается с прекращением образования коробочек и заканчивается приобретением коробочками и стеблями тёмно-коричневой окраски, полной потерей листьев. В фазе созревания завершается формирование семян и происходит одревеснение стебля.

#### **Визуальная диагностика питания масличного льна [2; 3; 4]**

Определённые внешние признаки проявляются на растении вследствие нарушения их питания и обусловлены недостатком или токсичным избытком какого-либо элемента. Распознавание таких нарушений представляет собой визуальную диагностику.

При визуальной диагностике прежде всего устанавливаются, внешний вид каких

частей растений изменился, а затем уточняют дефицит или избыток элемента по характерным для каждого из них признакам. Визуальная диагностика имеет значение только в том случае, если симптомы дефицита элементов выявляются в самом начале их проявления, что позволяет быстро и достаточно точно установить причину и определить агрохимические приёмы по её устранению.

Перед использованием показателей визуальной диагностики необходимо убедиться, что растения не поражены болезнями или не повреждены вредителями, которые также изменяют внешний вид растений.

**Дефицит азота** выражается в замедлении роста растений, уменьшении массы корней. Ранним проявлением дефицита азота является бледно-зелёная окраска листьев нижнего яруса. Общими признаками дефицита азота у всех растений является одревеснение стеблей, острый угол расположения листьев к стеблю, задержка вегетативного роста, уменьшение числа цветков и их быстрое опадение, ускорение созревания.

У льна дефицит азота выражается в одревеснении тонких стеблей с мелкими листьями, нижние листья желтеют, затем становятся бурыми и отмирают.

Недостаток азота встречается на всех почвах, но чаще на лёгких и супесчаных.

**Дефицит фосфора.** Физиологическое проявление дефицита фосфора начинается с нижних листьев. Общими признаками дефицита фосфора у всех растений являются следующие: листья становятся мелкими; молодые листья зелёные с синим оттенком, а более старые начинают желтеть; между жилками появляются небольшие некротические пятна, которые затем сливаются и листья засыхают. Часто на стеблях и обратной нижней стороне листьев появляется фиолетово-красная окраска, края листьев загибаются кверху. При дефиците фосфора цветки мелкие, опадающие, резко уменьшается образование и развитие репродуктивных органов.

Недостаток фосфора встречается на всех почвах, но прежде всего на суглинистых и глинистых, преимущественно кислых почвах.

**Дефицит калия.** Общими признаками дефицита калия у всех растений являются пожелтение листьев, в дальнейшем края листьев и их верхушки приобретают бурю окраску, иногда с похожими на ржавчину красными пятнами, а затем происходит отмирание и разрушение ткани этих участков. Листья при этом выглядят как бы обожжёнными (так называемый «ожог листа»).

У льна при недостатке калия растения низкорослые, с короткими междоузлиями. Кончики листьев желтеют, а после отмирания ткани становятся коричневыми и бурими. Признаки калийного дефицита сходны с признаками недостатка магния.

Недостаток калия чаще встречается на песчаных, супесчаных, торфяных и пойменных почвах.

**Дефицит кальция.** При недостатке кальция в первую очередь страдают молодые ткани и корни растений. Дефицит кальция вызывает ослизнение клеточных стенок и разрушение клеток. В результате корни, листья и отдельные участки стебля загнивают и отмирают. У растений снижается устойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды.

Проявляется недостаток кальция на верхних частях растения: верхние листья становятся белёсыми, в то время как нижние листья остаются зелёными. Острый дефицит кальция может вызвать отмирание точки роста. Дефицит кальция обостряется при низкой рН почвенного раствора.

У льна при дефиците кальция стебель на отрезке 5–10 см от верха утончается, затем переламывается и поникшая верхушка отмирает. Переламывание верхней части стебля при остром дефиците кальция определяется недостатком элемента для образования в стенках клеток необходимого количества пектата кальция, обуславливающего прочность стебля, тогда как пектиновая кислота вызывает ослизнение

тканей и даже «склеивание» соседних листьев.

Недостаток кальция чаще встречается на лёгких и кислых, торфяных и засоленных почвах.

**Дефицит магния.** Отток магния из старых листьев в молодые происходит по жилкам листа, поэтому жилки долго остаются зелёными, а межжилковые участки листа приобретают желтоватую окраску. Постепенно пожелтевшая часть листа приобретает бурю окраску и ткань отмирает. Признаки магниевой недостаточности проявляются прежде всего на старых листьях. Острый дефицит магния вызывает «мраморность» листьев, их скручивание и пожелтение. Дефицит магния может наблюдаться на почвах с очень высоким содержанием обменного калия и аммонийного азота, а также на почвах лёгкого гранулометрического состава. Растения могут испытывать недостаток магния и в том случае, если в почвенном растворе отношение  $Ca : Mg$  больше 11.

**Дефицит серы.** Внешнее проявление дефицита серы похоже на дефицит азота: листья растений становятся светло-зелёными, позднее жёлтыми, частично с красным оттенком. Различие заключается в том, что недостаток азота проявляется на старых листьях, а дефицит серы – на молодых. При недостатке серы стебли становятся более короткими, тонкими, одревесневшими, жёсткими и хрупкими; интенсивность роста корней резко снижается.

Недостаток серы чаще встречается на лёгких, выщелоченных, с низким содержанием органического вещества почвах.

**Дефицит бора.** Симптомы дефицита бора проявляются на верхних частях растения. Характерным признаком недостатка бора является появление чёрных некротических пятен на молодых листьях. В растениях нарушается развитие проводящей системы, сосуды её искривляются и сжимаются, что приводит к нарушению транспорта воды и питательных веществ. Особенно сильно страдают точки роста

стеблей и корней. При остро выраженном дефиците бора точки роста отмирают.

У *масличного льна* при дефиците бора до фазы бутонизации образуются редуцированные цветки, а при остром дефиците элемента отмирает верхушечная точка роста.

Дефицит бора чаще встречается на кислых и щелочных, с избытком  $\text{CaCO}_3$ , лёгких и орошаемых почвах.

**Дефицит меди.** Общим симптомом дефицита меди у растений является побеление самых молодых листьев и скручивание их с последующим увяданием и отмиранием.

У *льна* при дефиците меди сокращается рост междоузлий, листья образуют розетку, цветки не формируются, а ослабленные стебли полегают.

Недостаток меди чаще встречается на почвах с высоким содержанием органического вещества, на кислых и песчаных, торфяных почвах.

**Дефицит железа.** При недостатке железа у растений появляется белёсая, бледно-зелёная, жёлтая окраска верхних листьев. В дальнейшем признаки распространяются на другие ярусы растения. Жилки листьев сначала имеют зелёную окраску, а затем также светлеют. Соцветия развиваются мелкие, слабые, хлоротичные ткани у растений отмирают и они погибают.

Недостаток железа чаще встречается на почвах с высоким содержанием  $\text{CaCO}_3$  и органического вещества.

**Дефицит марганца.** При недостатке марганца задерживается рост растений. Характерным симптомом дефицита марганца является точечный хлороз листьев. На верхних листьях наблюдается межжилковый хлороз. Листья становятся светло-зелёными, бледно-зелёными, красными или серыми, позже ткани отмирают.

Недостаток марганца чаще встречается на щелочных и с нейтральной реакцией почвах, с избытком  $\text{CaCO}_3$ , на тяжёлых с

высоким содержанием органического вещества почвах.

**Дефицит цинка** проявляется на разнообразных по гранулометрическому составу и кислотности, но сильнее – на карбонатных почвах и усиливается при очень высоком содержании в почвах подвижных фосфатов. От цинковой недостаточности страдают прежде всего молодые органы растения. Симптомы дефицита цинка проявляются в виде ослабления роста и возникновении хлоротичных пятен между жилками листьев, в преждевременном созревании растений и резком снижении их продуктивности. Верхние листья бледнеют, а на нижних появляются бурые пятна, похожие на ржавчину.

**Методика обследования посевов масличного льна для выявления болезней и вредителей [2]**

#### **Учёт болезней**

Фитосанитарный мониторинг болезней масличного льна проводят в течение всего периода вегетации, начиная с фазы всходов и до созревания.

На *всходах* проводят учёты по распространённости крапчатости, антракноза, бактериозов, полиспороза, пасмо и фузариоза. На каждой учётной площадке (опытной делянке) по диагонали выкапывают 200 растений льна. Вычисляют процент поражённых растений и степень поражения. Степень поражения определяют по шкале (в баллах):

- для крапчатости:

0 баллов – признаков поражения нет;

1 балл – слабая степень, на семядолях не более 10 точечных пятен, поражено до 10 % поверхности растения;

2 балла – средняя степень, пятна расположены часто, но не сливаются в одно большое пятно, на подсемядольном колене могут быть небольшие штрихи, поражено 11–25 % поверхности растения;

3 балла – сильная степень, пятна на семядолях сливаются в одно большое пятно или крапчатость семядолей переходит

дит на подсемядольное колено, поражено более 25 % поверхности растения.

- для антракноза:

0 баллов – признаков поражения нет;

1 балл – слабая степень, на семядолях очень мелкие пятна, оранжевые штрихи и малозаметные пятна на стебле и корнях;

2 балла – средняя степень, крупные пятна или сливающиеся мелкие на семядолях или одной семядоли, оранжевые пятна на корнях и стеблях;

3 балла – сильная степень, отмирание обеих семядолей или поражение точки роста, небольшая перетяжка на главном корне не выше разветвления основной массы корней, глубокие язвы на стебле и корнях;

4 балла – очень сильное поражение, перетяжки разной величины на подсемядольном колене, стебле, главном корне, отмечается гибель растения.

- для бактериозов:

0 баллов – признаков поражения нет;

1 балл – бурые с тёмно-бордово-красной окантовкой язвы на семядолях всходов, 1–2 бурые или малиново-красные мелкие язвы на подсемядольном колене, хлороз;

2 балла – перетяжки, отмирание кончика корня или точки роста стебля, бурые или малиново-красные крупные резко очерченные язвы на проростках, ветвление стебля;

3 балла – гибель проростка, бурое загнивание, штопорообразное скручивание и другие уродливости проростков.

- для полиспороза:

По внешним признакам (наличие желтовато-коричневых пятнышек) вычисляют процент поражения растений.

- для фузариоза:

Устанавливают число погибших, поражённых (увядшие, с засохшими верхушками и листьями, с подгнившими потемневшими корешками) и здоровых растений.

- для пасмо:

По внешним признакам (наличие коричневых пятен на семядолях с большим

количеством плодовых тел) вычисляют процент поражения растений.

В фазе «ёлочки» проводят учёты по распространённости и степени поражения крапчатостью, антракнозом и фузариозом. Методика учёта аналогична предыдущей.

В фазе цветения учитывают полиспороз. На растениях на каждой учётной площадке (опытной делянке) просматривают не менее 200 растений льна. Вычисляют процент поражённых растений и степень поражения. Степень поражения определяют по шкале (в баллах):

0 баллов – признаков поражения нет;

1 балл – слабая степень, пятна любого размера и количества на веточках метёлки, а на стебле отсутствуют;

2 балла – средняя степень, не более пяти пятен на стебле, они не охватывают стебель по окружности;

3 балла – сильная степень, более пяти пятен любого размера на стебле или одно, охватывающее стебель;

4 балла – очень сильная степень, отмирание растения от изломов в области корневой шейки.

В фазе созревания проводят учёты по распространённости и степени поражения антракноза, фузариоза, полиспороза, пасмо и бактериозов. На растениях на каждой учётной площадке (опытной делянке) просматривают не менее 200 растений. Вычисляют процент поражённых растений и степень поражения. Степень поражения определяют по шкале (в баллах):

- для антракноза:

0 баллов – признаков поражения нет;

1 балл – слабая степень, коричневатобурые пятна на листочках, несколько трещин на стебле или несливающиеся мелкие пятна в нижней части стебля;

2 балла – средняя степень, нижняя часть стебля покрыта сплошными глубокими трещинами или имеется мелкая «мраморная пятнистость» до половины стебля, сплошное побурение нижней части стебля;

3 балла – сильная степень, «мраморная несливающаяся пятнистость» по всему стеблю, но не менее чем на 2/3 стебля, или сплошное побурение не менее чем на половину стебля;

4 балла – очень сильная степень поражения, сплошное побурение стебля.

- для фузариоза:

0 баллов – признаков поражения нет;

1 балл – слабая степень, частичное побурение верхней части стебля (веточек метёлки, коробочек);

2 балла – средняя степень, побурение веточек метёлки и стебля (до середины длины растения, наполовину площади поверхности и меньше);

3 балла – сильная степень, всё растение бурее, веточки метёлки и коробочки покрываются розовым налётом гриба, ломаются.

- для полиспороза:

0 баллов – признаков поражения нет;

1 балл – слабая степень, пятна любого размера и количества на веточках метёлки, а на стебле отсутствуют;

2 балла – средняя степень, не более пяти пятен на стебле, они не охватывают стебель по окружности;

3 балла – сильная степень, более пяти пятен любого размера на стебле или одно, охватывающее стебель;

4 балла – очень сильное отмирание растения от изломов в области корневой шейки.

- для пасмо:

0 баллов – признаков поражения нет;

1 балл – слабая степень, следы пятен на стебле и соцветии;

2 балла – сильная степень, ярко выраженные пятна до 0,5 см в диаметре до пяти штук на стебле и соцветии, пятна не охватывают стебель по окружности;

3 балла – сильная степень, свыше пяти пятен размером 0,5 см на стебле или одно пятно, охватывающее весь стебель по окружности;

4 балла – очень сильная степень, на стебле и соцветии масса сливающихся

пятен, сплошь покрытых пикнидами, побурение стебля, ломкость его соцветия.

- для бактериозов:

0 баллов – признаков поражения нет;

1 балл – слабая степень, отмирание отдельных веточек соцветий или выздоравливающее растение, которое было поражено в фазе всходов, с 1–2 нормально развитыми стеблями и коробочками;

2 балла – средняя степень, коротко- и толстостебельность растения, возможно отмирание его верхушки;

3 балла – сильная степень, погибшее растение с симптомами бактериального отмирания корневой системы или точки роста стебля.

*Распространённость болезни определяют по формуле:*

$$P = \frac{n}{N} \cdot 100,$$

где  $P$  – распространённость болезни, %;

$n$  – количество больных растений в пробе, шт.;

$N$  – общее количество растений в пробе (больных и здоровых), шт.;

100 – коэффициент для пересчёта в проценты.

*Степень развития болезни оценивают по формуле:*

$$R = \frac{\sum(a \cdot \epsilon)}{N \cdot K} \cdot 100,$$

где  $R$  – степень развития болезни, %;

$\sum(a \cdot \epsilon)$  – сумма произведений числа поражённых растений ( $a$ ) на соответствующий им балл поражения ( $\epsilon$ );

$N$  – общее количество учётных растений (больных и здоровых) в пробе;

$K$  – высший балл поражения;

100 – коэффициент для пересчёта в проценты.

### **Учёт вредителей**

В период всходов льна (до фазы «ёлочка») численность льяных блошек подсчитывают с помощью учётной рамки

или специального зонтика площадью 0,1 м<sup>2</sup>. На каждом обследуемом участке выделяют не менее трёх учётных площадок. Данные пересчитывают на 1 м<sup>2</sup>.

*При появлении всходов* льна отбирают почвенные пробы размером 25 × 25 см на глубину 20–25 см из расчёта одна проба на 2 га для учёта численности долгоножки вредной.

*В период вегетации* масличного льна проводят учёт льняного трипса, гусениц многоядных совок, бабочек льняной плодоярки осмотром 20 растений по диагонали в 10 местах обследуемого участка. Данные пересчитывают на 100 растений. Бабочек учитывают методом кошени сачком.

*В фазе бутонизации* льна методом кошени энтомологическим сачком проводится учёт лугового клопа, гусениц совки-гаммы и бабочек льняной плодоярки.

Учёт повреждённости посевов льна гусеницами совки-гаммы проводится одновременно с определением заражённости посевов болезнями на средней пробе, взятой с участка.

Обнаружение куколок производят путём простого осмотра растений. Плотность куколок учитывается так же, как и заселённость гусеницами на метровых площадках.

Учёт ушедших в зимовку стадий производится на поверхности почвы под растительными остатками. Для учёта на каждом типе угодий (станции) накладывают не менее 10 учётных площадок размером в 1 м<sup>2</sup> приблизительно на равных расстояниях.

*В фазе цветения* проводится учёт наличия личинок трипсов на растениях, для чего берутся в пяти местах пробы по 20 растений и определяется количество личинок и повреждённость растений.

*Перед уборкой урожая* проводится учёт заселённости коробочек льна гусеницами льняной плодоярки и имаго растительноядных клопов в тех же пробах, что и на заражённость болезнями. Из

пробы на заражённость по методу средней пробы отбирают 100 растений, на которых просматриваются все коробочки, подсчитывается их число и устанавливается процент заселённости их личинками и куколками. Лёт бабочек льняной плодоярки учитывается с середины июня путём кошени энтомологическим сачком в вечерние часы. Этот учёт с интервалами до двух недель повторяется 4–5 раз. Степень повреждённости коробочек учитывается главным образом на семеноводческих посевах.

*После уборки урожая* проводится учёт льняного трипса для установления численности зимующего запаса и составления прогноза путём отбора проб в виде почвенных образцов размером 25 × 25 см и глубиной 10 см из расчёта одна проба на 2 га. Плотность вредителя учитывают на 1 м<sup>2</sup>.

Для учёта трипсов с каждой из площадок в 1 м<sup>2</sup>, выбранных в пяти местах обследуемой площади, вырывают по 20 растений. Их просматривают над белым картоном или плотной белой бумагой. Трипсы, обнаруживаемые на растении или упавшие на картон, подсчитываются.

#### **Наблюдения и учёты в опытах с масличным льном [2; 5; 6]**

##### ***Фенология***

*Фенологические наблюдения* – регистрация очередной фазы развития с целью установления различий в росте и развитии растений по вариантам опыта.

Наблюдения за ростом и развитием растений проводятся на пробных площадках площадью 0,2 м<sup>2</sup> на каждой делянке опыта. Отмечают следующие даты:

- *посева*;

- *всходов* – появление над поверхностью почвы семядольных листьев. Динамику появления всходов определяют подсчётом числа взшедших растений на пробных площадках после появления единичных всходов ежедневно или через один день до появления 75–80 % взшедших растений;



- фазы «ёлочки». Определяют подсчётом числа растений на пробных площадках (75–80 % от общего числа растений);

- фазы цветения. Подсчитывают число зацветших растений на пробных площадках (75–80 % от общего числа растений). Наблюдения ведут утром до 9–10 часов;

- фазы созревания. Подсчитывают число созревших растений на пробных площадках (75–80 % от общего числа растений).

### **Биометрия**

*Биометрия* – наблюдения за количественными показателями роста и развития растений, признаками которых являются густота стояния растений, высота растений, сухая масса растений и т.д.

Наблюдения и учёты проводят на тех же пробных площадках, на которых проводили фенологические наблюдения.

*Густоту стояния растений и стеблестоя при полных всходах* определяют подсчётом числа растений и стеблей через 15 суток после наступления фазы полных всходов.

*Густоту стояния растений и стеблестоя в фазе созревания* определяют подсчётом числа растений и стеблей в фазе созревания или перед уборкой урожая.

*Высоту растений* определяют по высоте главного стебля по 20 растениям в фазе созревания.

### **Определение структуры урожая**

Для определения структуры урожая в фазе созревания на каждой делянке с пробных площадок площадью 0,2 м<sup>2</sup> отбирают единичные образцы растений (пробные снопы). Растения срезают на уровне корневой шейки, связывают, прикрепляют этикетки с названием опыта, варианта, повторности и помещают в мешки.

В лаборатории в каждом единичном образце определяют показатели:

- число растений в снопе, шт.;

- массу снопа, г;

- число коробочек на единице площади или на одном растении, шт.;

- массу семян с единицы площади или на одном растении, г;

- число семян с одного растения, шт.;

- число семян в одной коробочке, шт.;

- массу 1000 семян по ГОСТ 12042-80, г.

Для этого берут две пробы по 500 семян и взвешивают с точностью ± 0,01 г.

### **Лабораторно-аналитические наблюдения**

Определяют физические и химические свойства почвы, содержание питательных элементов в вегетативных надземных органах растений и в семенах.

*Влажность почвы и запасы влаги* определяют на глубину 100 см послойно через 10 см: перед посевом или при полных всходах в шести точках опыта, в фазе цветения сорта – на пробных площадках делянки в двух несмежных повторениях опыта или на каждой делянке; в фазе созревания – на тех же пробных площадках, на которых проводили отбор образцов в фазе цветения. В свежих единичных почвенных образцах по слоям почвы параллельно с определением влажности определяют содержание нитратной и аммонийной форм азота. Другие агрофизические показатели почвы определяют в слое 0–40 или 0–60 см послойно через 10 см, если это предусмотрено программой исследований.

*Агрохимические показатели почвы* (за исключением форм минерального азота) изучают в слое 0–60 см послойно через 10 или 20 см, отбирая единичные почвенные образцы в 16-ти точках опыта весной перед посевом или при появлении полных всходов. Каждый единичный образец почвы анализируется отдельно, или готовят объединённые образцы почвы по слоям из двух единичных проб почвы. Если задачами исследований предусмотрено детальное изучение химических свойств почвы, отборы единичных почвенных образцов проводят на каждой делянке всех или в двух несмежных повторениях опыта, по три–четыре точки на делянке. Объединённую пробу почвы с делянки формируют по изучаемым слоям из единичных проб этой делянки.

Виды агрофизических и агрохимических анализов почвы определяются целями и задачами исследования.

*Анализ растительных образцов* включает определение содержания питательных элементов в вегетативных органах растений, в семенах – содержание питательных элементов, масла и белка.

В вегетативных органах содержание питательных элементов определяют отдельно в листьях, стеблях, коробочках без семян или в объединённой пробе, составленной пропорционально массовой доле этих органов в надземной биомассе. Семена анализируют отдельно.

Виды анализа растительных образцов и сроки их отбора для анализа определяются целями и задачами исследований.

#### **Учёт урожая**

За несколько дней до уборки осматривают опытный участок, делянки, при необходимости делают *выключки* – исключение части учётной делянки вследствие случайных повреждений или ошибок, допущенных во время работы.

Урожай на учётной площади делянки убирают после удаления по одному краевому растению с концов учетных рядов малогабаритным комбайном. К уборке приступают при полном созревании растений.

Семена с учётной площади каждой делянки взвешивают и после взвешивания отбирают три навески семян: две массой по 10,0 г, третья – 30,0 г для определения чистоты и отхода семян (ГОСТ 12037-81) [7]. Влажность семян определяют по ГОСТ 12041-82 [8]. Урожайность рассчитывают по формуле:

$$Y = \frac{M \cdot 10 \cdot (100 - B) \cdot (100 - C)}{S \cdot (100 - B_{см.}) \cdot 100},$$

где  $Y$  – урожайность при стандартной влажности семян, т/га;

$M$  – масса семян с делянки, кг;

$S$  – учётная площадь делянки, м<sup>2</sup>;

$B$  – влажность семян при взвешивании урожая, %;

$B_{см.}$  – стандартная влажность семян (12), %;

$C$  – отход примеси, %.

#### **Расчёт потребления питательных элементов, сбора масла и белка**

Потребление питательных элементов воздушно-сухой биомассой растений или семенами рассчитывают по формуле:

$$П = Y \cdot C \cdot 10,$$

где  $П$  – потребление элемента питания, кг/га;

$Y$  – урожайность анализируемого органа растения (воздушно-сухой биомассы) или семян, т/га;

$C$  – содержание питательного элемента, %.

Расчёт сбора масла и сбора белка с урожаем семян проводят по формулам:

$$СМ = \frac{Y \cdot M \cdot (100 - 12)}{100 \cdot 100},$$

$$СБ = \frac{Y \cdot B \cdot (100 - 12)}{100 \cdot 100},$$

где  $СМ$  – сбор масла, кг/га;

$СБ$  – сбор белка, кг/га;

$Y$  – урожайность семян, кг/га;

$B$  – содержание белка в семенах, %;

$M$  – содержание масла в семенах, %;

100 – коэффициент для пересчёта в кг/га;

$\frac{(100 - 12)}{100}$  – коэффициент для пересчёта на влажность семян 12 %.

#### **Список литературы**

1. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Трунова М.В., Семеренко С.А., Махонин В.Л. Методика проведения агротехнических исследований в опытах с масличными культурами (Сообщение 1. Исследования в опытах с соей) // Масличные культуры. – 2023. – Вып. 1 (193). – С. 33–52.

2. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Семеренко С.А. Методика агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2022. – 538 с.

3. Церлинг В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.

4. Шеуджен А.Х., Загорулько А.В., Громова Л.И., Онищенко Л.М., Лебедевский И.А., Осипов М.А. Диагностика минерального питания растений. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – 297 с.

5. Дьяков А.Б. Физиология и экология льна. – Краснодар, 2006. – 214 с.

6. Лен масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборки / Под общей ред. Н.И. Бочкарёва. – Краснодар, 2008. – 192 с.

7. ГОСТ 12037-81 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян. – М.: Стандартинформ, 1997. – 26 с.

8. ГОСТ 12041-82 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения влажности. – М.: Стандартинформ, 1993. – 7 с.

9. ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян. – М.: Стандартинформ, 1981. – 3 с.

3. Tserling V.V. Diagnostika pitaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. – M.: Agropromizdat, 1990. – 235 s.

4. Sheudzhen A.Kh., Zagorul'ko A.V., Gromova L.I., Onishchenko L.M., Lebedovskiy I.A., Osipov M.A. Diagnostika mineral'nogo pitaniya rasteniy. – Krasnodar: KubGAU, 2009. – 297 s.

5. D'yakov A.B. Fiziologiya i ekologiya l'na. – Krasnodar, 2006. – 214 s.

6. Len maslichnyy: selektsiya, semenovodstvo, tekhnologiya vozdel'yvaniya i uborki / Pod obshch. red. N.I. Bochkareva. – Krasnodar, 2008. – 192 s.

7. GOST 12037-81 Semena sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Metody opredeleniya chistoty i otkhoda semyan. – M.: Standartinform, 1997. – 26 s.

8. GOST 12041-82 Semena sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Metody opredeleniya vlazhnosti. – M.: Standartinform, 1993. – 7 s.

9. GOST 12042-80 Semena sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Metody opredeleniya massy 1000 semyan. – M.: Standartinform, 1981. – 3 s.

#### Сведения об авторах

**В.М. Лукомец**, науч. руководитель, д-р с.-х. наук, акад. Рос. акад. наук

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

**М.В. Трунова**, зам. директора по научной работе, канд. биол. наук

**С.А. Семеренко**, зав. лаб., вед. науч. сотр., канд. биол. наук

#### References

1. Lukomets V.M., Tishkov N.M., Trunova M.V., Semerenko S.A., Makhonin V.L. Metodika provedeniya agrotekhnicheskikh issledovaniy v opytakh s maslichnymi kul'turami (Soobshchenie 1. Issledovaniya v opytakh s soey) // Maslichnye kul'tury. – 2023. – Вып. 1 (193). – S. 33–52.

2. Lukomets V.M., Tishkov N.M., Semerenko S.A. Metodika agrotekhnicheskikh issledovaniy v opytakh s osnovnymi polevymi kul'turami. – Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2022. – 538 s.

*Получено/Received*

22.06.2023

*Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed*

29.06.2023

*Получено после доработки/Manuscript revised*

03.07.2023

*Принято/Accepted*

30.10.2023  
*Manuscript on-line*  
30.12.2023