

**ИЗУЧЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ И БИОЛОГИЧЕСКИХ
ОСОБЕННОСТЕЙ НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ
ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ЛИСТОВЫХ ПЯТНИСТОСТЕЙ ПРОСА ПОСЕВНОГО
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

П.О. Кошевой, мл. науч. сотрудник, **Ю.К. Шапко**, кандидат с.-х. наук,
М.В. Подорский, науч. сотрудник, **В.Н. Куделко**, кандидат с.-х. наук
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Поступила 29.03.2021)

Рецензент: Бруй И.Г., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье изложены результаты маршрутных исследований по изучению распространенности возбудителей болезней на просе посевном в Республике Беларусь. Выявлено, что на просе распространены следующие листовые пятнистости: два вида возбудителя гельминтоспориоза – *Bipolaris panici-miliacei* Y. Nisik и *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker, а также пирикулярриоз – *Pyricularia grisea* Cooke ex Sacc. Рассмотрены биологические особенности роста мицелия выделенных патогенов на различных искусственных питательных средах. Для получения высококачественного инокулюма чистую культуру возбудителя гельминтоспориоза *Bipolaris panici-miliacei* необходимо культивировать на картофельно-глюкозном агаре (КГА), а возбудителя пирикулярриоза *Pyricularia grisea* на просяном агаре.

Просо – культура высоких потенциальных возможностей [1], занимающая 11,690 тыс. га (2020 г.). Это полевая культура универсального использования. Его выращивают для производства пшени, зернофуража, а также зеленой массы с высокими кормовыми достоинствами. Просо имеет большое агротехническое значение: возможность позднего срока сева (от первой декады мая до середины июня – на зерно и до конца июля – на зеленую массу).

Как и все другие сельскохозяйственные культуры, просо чувствительно к воздействию различных стрессовых факторов. Одним из главных факторов, снижающих урожайность культуры, являются болезни. Однако целенаправленного изучения видового состава и распространенности болезней данной культуры в республике не проводилось, что обусловило необходимость и актуальность данной работы. Целью данной работы было выявление доминирующего комплекса фитопатогенов, распространенных на просе посевном, и выявление их биологических особенностей при культивировании на искусственных питательных средах для получения высококачественного инокулюма и использования на искусственных инфекционных фонах.

До настоящего времени в Беларуси были изучены и описаны два патогена на просе посевном – возбудители головни проса и меланоза.

Возбудитель головни проса – гриб *Sporisorium destruens* (Schldtl.) Vánky (синоним *Sphacelotheca panici-miliacea* (Pers.) Bub.). Проявляется заболевание в

период выметывания метелки. Все соцветие растения представляет собой скопление телиоспор в виде соруса. Сорус покрыт со всех сторон серебристо-серой пленкой. При созревании пленка разрывается, освобождая телиоспоры.

Вредоносность болезни проявляется как в прямых потерях урожая, так и в значительном ухудшении крупных и кормовых достоинств, так как, заражая растения, приступившие к формированию зерна, грибы не только снижают урожайность агроценоза на 40-50 %, но и заражают продукты урожая токсинами, опасными для теплокровных животных [2].

Меланоз (*Xanthomonas campestris* pv. *Herbicola*) значительно снижает урожайность, сортность зерна, качество и товарный вид крупы, что, в свою очередь, негативно сказывается на потребительской и пищевой ценности культуры. Это наиболее распространенное инфекционное заболевание проса, вторая по экономической значимости болезнь после пыльной головни. Единственной эффективной защитой от этой болезни является применение комплекса мероприятий, направленных на соблюдение севооборота и пространственной изоляции между полями проса и других культур, уничтожение сорняков, своевременная уборка урожая, тщательная очистка, просушка и протравливание семян, глубокая заделка пожнивных остатков в почву. Эти мероприятия ведут к дополнительным экономическим затратам, так что оптимальным решением данной проблемы, как и для всех полевых культур, будет ведение селекции проса на устойчивость к отдельным патогенам, обуславливающим заболевание [3].

Вредоносность болезней значительно возрастает в условиях изменяющегося климата в республике. За последние 25 лет появилась новая климатическая зона с суммой эффективных температур более 2600 °С, остальные зоны сдвинулись на север более чем на 200 км, а северная зона в 2015 г. почти исчезла, что существенно расширило возможность возделывания проса на зерно и семена, тем самым увеличивая перспективы данной культуры. Однако потепление климата приводит к увеличению встречаемости уже существующих возбудителей болезней и появлению новых, нехарактерных для Беларуси патогенов. По данным белорусских метеорологов, к 2035 г. биоклиматический потенциал территории Беларуси будет соответствовать юго-западной части Украины [4]. Если в настоящее время белорусские фитопатологи отмечают от 2 до 5 патогенов на просе, то украинские исследователи описывают не менее 12 [5].

По последним данным профессора И.В. Маркова, в Украине описано 10 болезней проса посевного [6].

1. Обычная (пыльная) головня проса проявляется в период выбрасывания метелки. Лучшая температура для прорастания телиоспор в почве составляет 25-30 °С. Возбудителем является грибок *Sporisorium destruens*. В результате заболевания отмечаются прямые недоборы урожая, потому что разрушаются метелки культуры и пораженные растения становятся недоразвитыми, суммарно потери могут составлять 20-30 % [7].

2. Мелкоспоровая головня проса. Возбудителем мелкоспоровой головни является базидиальный грибок *Sphacelotheca manchurica*.

3. Склероспороз. Возбудителем болезни является гриб *Sclerospora graminicola*. При благоприятных для развития патогенов условиях заболевание может полностью уничтожить урожай.

4. Септориоз. Болезнь проявляется в течение всей вегетации растений. Поражаются все надземные части культуры, особенно листья. Болезнь может развиваться в двух формах. Первая форма проявляется на пораженных органах растений в виде узких, сначала светло-серых, а затем буро-серых пятен с узким красным ободком, на которых группами формируются пикниды. У второй формы пятна белесые, вытянутые с узкой бурой каймой, на них пикниды формируются продольными рядами. Возбудителями болезни являются конидии гриба из рода *Septoria*: первой формы *S. panici-miliacei*; второй формы – *S. graminum*.

5. Меланоммоз. Возбудитель болезни – сумчатый гриб *Melanomma panici-miliacei*, который в цикле своего развития формирует плодовые тела – перитеции с сумками и сумкоспорами. Сохраняется гриб на семенах, остатках частей метелки в виде перитеции и грибницы. Вред болезни заключается в изреживании посевов в результате выпадения пораженных растений, снижении урожая и качества зерна.

6. Бурая пятнистость (гельминтоспориоз). В фазу всходов на первых листочках образуются сначала светло-зеленые, со временем бурые широкие пятна. Пораженная корневая шейка и корни буреют и загнивают. Такие пораженные растения обычно выпадают, что вызывает изреженность посевов. На взрослых растениях, особенно в фазу выбрасывания метелки, болезнь проявляется на листьях в виде длинных эллипсообразных бурых пятен с каймой. Во влажную погоду пораженная ткань покрывается серовато-бурым налетом, инфицированные листья преждевременно увядают и отмирают. Возбудителем болезни является сумчатый гриб *Pyrenophora chaetomioides* Speng (Анаморфа: *Bipolaris panici-miliacei* Y. Nisik), который формирует конидиальное и сумчатое спороношение. Вред болезни проявляется в виде снижения ассимиляционной поверхности растений, что является причиной низкой их производительности. Недобор урожая зерна может достигать 15-20 % и более.

7. Бактериальная пятнистость. Болезнь вызывают бактерии *Pseudomonas syringae* pv. *holci*, которые поражают также сорго, могар, кукурузу и злаковые сорняки. На листьях появляются сначала желто-зеленые, а позже с кремовым оттенком маслянистые пятна, часто с коричневой каймой. Пятна сначала овальные, а затем становятся удлинёнными. Они проявляются как в середине, так и по краям листовой пластинки. Интенсивное развитие болезни наблюдается на нижних листьях. Вред болезни проявляется в снижении ассимиляционной поверхности растений в результате преждевременного отмирания пораженных листьев, что приводит к снижению производительности культуры. В отдельных колосках метелки зерно не образуется или формируется плоским, масса пораженных зерен почти вдвое меньше, чем здоровых. Недобор урожая зерна достигает 20 % и более.

8. Полосатый бактериоз. Болезнь проявляется в течение вегетации растений на листьях, стеблях и метелках. На листьях появляются широкие масляни-

стые, сначала ярко-желтые, позже светло-коричневые пятна без каймы, которые просвечиваются в виде полос. Они часто покрыты тонкими белыми или серебристыми чешуйками с высохшим экссудатом бактерий. На листьях и стеблях образуются бурые пятна, которые позже чернеют. Ткани в местах появления пятен размочаливаются, стебли надламываются, наблюдается отмирание пораженных стеблей еще в начале трубкования. Пораженная кисть поникает и приобретает вид созревшей, в ней обычно зерно не формируется (стерильная метелка).

9. Меланоз. Типичные признаки болезни проявляются на просе в фазе наливания и созревания зерна в метелке в виде беловато-серых, беловатых пятен, потемнения и некроза зерна. Пораженные семена теряют всхожесть. Болезнь вызывают бактерии *Xanthomonas campestris* pv. *herbicola*. В пораженных зерновках происходит интенсивный гидролиз белков и крахмала. Вследствие повышенной активности протеолитических и амилалитических ферментов наблюдается перегруппировка фракций липидов и происходит накопление меланоидиновых веществ и разрушение каротиноидов.

10. Мозаика. Возбудителем болезни является вирус русской мозаики пшеницы *Winter wheat russian mosaic virus* (WWRMV), который, кроме проса, поражает пшеницу, овес, рожь, ячмень, кукурузу и дикорастущие злаки. Болезнь проявляется в фазу кущения – молочной спелости зерна. На листьях параллельно центральной жилке по всей длине появляются мозаичные пятна в виде желтовато-белых штрихов и полос. Пораженные растения отстают в росте и при засухе могут погибнуть еще до образования метелки [4].

Материалы и методы исследования. Обследование фитопатологического состояния проса посевного проводилось с целью выявления наличия патогенов на посевах. Предварительно начинался сбор данных о хозяйствах республики, в которых выращивается эта культура, по результатам строилась карта маршрутного обследования. Маршрут планировали в зависимости от сроков сева, так как на юге Беларуси они будут значительно раньше, чем в северной части, следовательно, фаза роста и развития для мониторинга инфекции наступит быстрее.

В ходе маршрутного обследования проводился отбор инфекционного материала путем исследования поля по диагонали с последующим отбором снопов из 20 растений в 5 местах. В процессе разбора снопового материала отбирали листья, метелки, зерно с явными признаками поражения, которые помещали в бумажные пакеты с последующей маркировкой места отбора проб. В лаборатории инфекционный материал еще раз изучали, выбраковывали непригодные образцы, а оставшиеся закладывали на хранение в виде гербарного материала.

С целью получения среды для оптимального роста и спороношения *Pyricularia grisea* нами были изучены питательные среды со следующим составом: V-4 (состоит из 150 мл смеси соков четырех овощей: свеклы, сельдерея, моркови и томата в соотношении 4:3:2:1 соответственно, 850 мл воды, 1,5 г CaCO_3 , 15 грамм агара на 1 литр воды); КГА (отвар 200 г картофеля, 20 г глю-

козы, 15 г агара на 1 литр воды); просяной агар (отвар 125 г крупы проса, 15 г агара на 1 литр воды); дрожевой агар (10 г дрожевого экстракта, 15 г глюкозы, 15 г агара на 1 литр воды), среда Чапека (50 г порошка готовой среды Чапека, 15 г агара на 1 литр воды). Аналогичный набор сред, кроме дрожевого агара, изучался и для возбудителя *Bipolaris panici-miliacei*.

Среды автоклавировали в автоклаве LabTech 5040S в стандартном режиме в течение 30 минут при 1,5 атм и температуре 121 °С.

Результаты исследований и обсуждение. В течение 2019 г. и 2020 г. проведено четыре маршрутных обследования (рисунок 1): на юго-запад – до Кобринского района, на юго-восток – до Рогачевского района, на северо-запад – до Островецкого района и на северо-восток – до Витебского района. Всего было обследовано 29 районов всех областей республики.

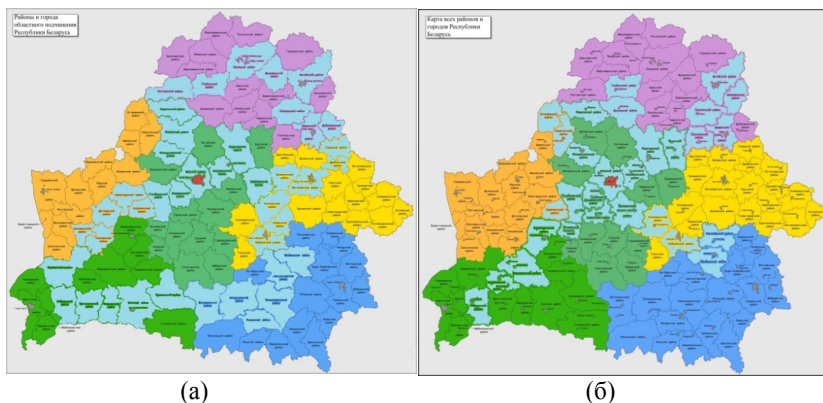


Рисунок 1 – Карта маршрутных обследований (исследуемые районы выделены голубым цветом) фитопатологического состояния проса посевного в Беларуси 2019 г. (а) и 2020(б) г.

Всего по результатам маршрутных обследований было собрано 56 образцов гербарного материала, пораженного болезнями. В чистую культуру выделено 17 штаммов фитопатогенов, относящихся к 3 видам 3 родов:

- *Bipolaris panici-miliacei* Y. Nisik;
- *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker;
- *Pyricularia grisea* Cooke ex Sacc;

Выявлено, что наиболее распространенной болезнью в производственных условиях является гельминтоспориоз листьев (рисунок 2 (а)), который был обнаружен во всех областях республики. Пирикулярриоз (рисунок 2 (б)) встречался на юге республики в Брестской (Пружанский, Кобринский, Дрогичинский, Ивановский, Пинский, Лунинецкий районы) и Гомельской области (Житковичский, Петриковский, Мозырский, Калинковичский, Светлогорский, Жлобинский районы).

Для создания искусственного инфекционного фона необходимо наличие чистых культур фитопатогенов. С этой целью из пораженных семян проса был выделен ряд патогенов из инфицированных растений, собранных на опытном поле г. Жодино в 2019 г.



Рисунок 2 – Внешнее проявление гельминтоспориоза (а) и пирикулярриоза (б) проса; дата сбора: 27.07.2020 г

На культуре проса посевного обнаружены два вида возбудителей гельминтоспориоза – *Bipolaris panici-miliacei* (рисунок 3) и *Bipolaris sorokiniana* (рисунок 4).

Обнаруженные возбудители гельминтоспориоза нельзя отличить между собой по внешним признакам проявления на листовых пластинках проса, только за счет микроскопирования (при увеличении в 200 раз) по морфологии мицелия и размерам конидий.

Результаты по выявлению оптимальной искусственной питательной среды для изучаемых патогенов имели заметное различие. Так, высокая скорость роста мицелия наблюдалась на просяном агаре и составила $6,4 \pm 0,5$ мм/сут., на 14

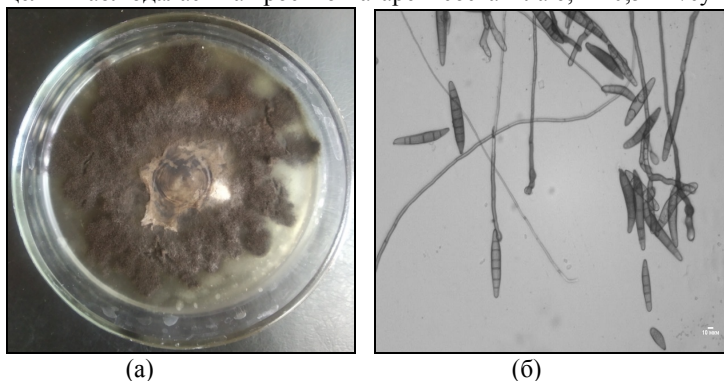


Рисунок 3 – Внешний вид мицелия (а) и споры *Bipolaris panici-miliacei* (б)

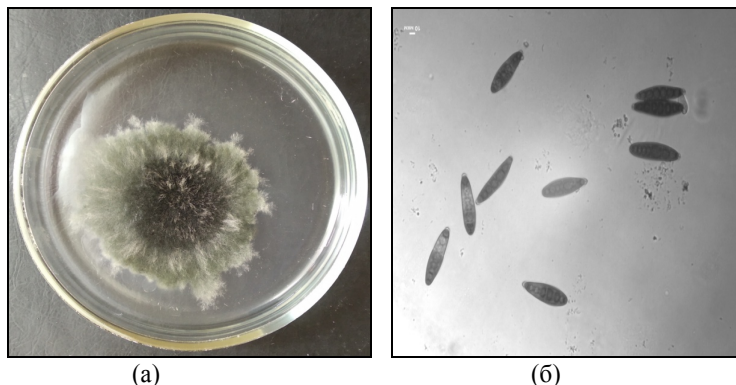


Рисунок 4 – Внешний вид мицелия (а) и споры *Bipolaris sorokiniana* (б)

сутки на просяной среде колония возбудителя покрыла всю площадь чашки Петри (таблица 1), скорость роста на дрожжевом агаре составила $4,4 \pm 0,5$ мм/сут, на КГА $5,7 \pm 0,5$ мм/сут. На среде Чапека возбудитель не имел роста.

Таблица 1 – Учет основных показателей колоний *Pyricularia grisea* на различных средах (на 14 сутки после посева)

Среда	Скорость радиального роста, мм/сут.	Диаметр колонии, см (14 сут.)	Площадь колонии, см ² (14 сут.)	Интенсивность спороношения
Дрожжи	$4,4 \pm 0,5$	$6,2 \pm 0,5$	30,2	слабая
Просяной агар	$6,4 \pm 0,5$	$9,0 \pm 0,5$	63,6	средняя
V-4	$4,9 \pm 0,5$	$6,9 \pm 0,5$	37,4	средняя
КГА	$5,7 \pm 0,5$	$7,9 \pm 0,5$	49,0	средняя
Чапек	–	–	–	–

С учетом высокой скорости роста мицелия и средней интенсивности спороношения оптимальной средой для культивирования возбудителя *Pyricularia grisea* является просяной агар.

При подборе оптимальной среды для роста и развития возбудителя *Bipolaris panici-miliacei* наименьшая радиальная скорость роста мицелия наблюдалась только на среде Чапека и составила $8,5 \pm 0,5$ мм/сут. На остальных средах скорость роста была одинаковой – $10,0 \pm 0,5$ мм/сут. Однако из всех искусственных сред выделяется картофельно-глюкозный агар (КГА), на котором была зафиксирована высокая интенсивность спороношения изучаемого возбудителя (таблица 2).

Был отмечен различный вид структурных компонентов мицелия колоний возбудителя *Bipolaris panici-miliacei*. На просянном агаре строма желтая, с зеленоватым оттенком, край колонии ровный, четкий. Форма колонии правильная округлая с бархатистым опушением.

Таблица 2 – Учет основных показателей колоний *Bipolaris panici-miliacei* на различных средах

Среда	Скорость радиального роста, мм/сут.	Диаметр колонии, см	Площадь колонии, см ² / 9 сут.	Интенсивность спороношения
Просяной агар	10,0 ± 0,5	9,0 ± 0,5	63,6	средняя
КГА	10,0 ± 0,5	9,0 ± 0,5	63,6	сильная
Чапек	8,5 ± 0,5	7,6 ± 0,5	45,3	средняя
V-4	10,0 ± 0,5	9,0 ± 0,5	63,6	слабая

На среде Чапека строма коричневая, переходящая в желтый, край колонии неровный, четкий. Форма колонии неправильная, округлая с войлочнопушистым опушением, рыхлый воздушный мицелий. КГА показал строму черную, край колонии ровный и четкий, форму имеет правильную, округлую. Опушение мицелия бархатистое.

На среде V-4 строма была светло-желтая. Край колонии неровный и четкий. Колония имеет правильную и округлую форму, с пушистым опушением.

Из полученных результатов видно, что для стабильного получения высококачественного инокулюма возбудителя *Pyricularia grisea* оптимальной средой является просяной агар, а для возбудителя *Bipolaris panici-miliacei* – картофельно-глюкозный агар.

Выводы

1. Помимо широко известной головни проса на территории республики встречаются новые болезни, вызывающие листовые пятнистости проса посевного. Обнаружен гельминтоспориоз, пирикуляриоз, а так же фузариоз метелки. Наиболее распространенным заболеванием является гельминтоспориоз.

2. В чистую культуру выделено 17 штаммов фитопатогенов, относящихся к 3 видам 3 родов.

3. Для получения высококачественного инокулюма пирикуляриоза и гельминтоспориоза проса необходимы следующие условия: чистую культуру возбудителя *Pyricularia grisea* культивировать на просянном агаре, а *Bipolaris panici-miliacei* – на картофельно-глюкозном агаре.

Литература

1. Соловьев, А.В. О накоплении сухой массы у растений проса в связи с условиями минерального питания / А.В. Соловьев, М.К. Каюмов // С.-х. биология. Сер. биол. растений. – 2008. – №5. – С. 107-109.

2. Кравцова, В.Н. Оценка сортов проса на устойчивость к пыльной головне / В.Н. Кравцова // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. трудов / Национальная академия наук Беларуси, РНИУП «Институт земледелия и селекции НАН Беларуси». – Минск: Беларуская навука, 2004. – Вып. 40. – С. 193-198.

3. Кулемина, Т.В. Меланоз как фактор низкого качества зерна проса посевного (*Panicum miliaceum* L.) (обзор) / Т.В. Кулемина // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – 180 (4). – С. 186-192.

4. Логинов, В.Ф. Прогноз изменений биоклиматического потенциала территории Беларуси на период 2016-2035 гг. / В.Ф. Логинов, М.А. Хитриков // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2018. – Т.56, №1. – С. 51-64.

5. Широкий уніфікований класифікатор проса (*Panicum miliaceum* L.). / Л.В. Григорашенко [и др.]. – Харків: «Магда LTD». – 2009. – 62 с.

6. Сайт «Агропортал Пропозиція» [Електронний ресурс] – Режим доступа: <https://propozitsiya.com/> – Дата доступа: 15.03.2021.

7. Сайт «Агроексперт Трейд» [Електронний ресурс] – Режим доступа: <https://agroexp.com.ua> – Дата доступа: 15.03.2021.

STUDY OF THE PREVALENCE AND BIOLOGICAL PECULIARITIES OF THE MOST PREVALENT PATHOGENS OF COMMON MILLET LEAF BLIGHT IN THE REPUBLIC OF BELARUS

P.O. Koshevoi, Yu.K. Shashko, M.V. Podorsky, V.N. Kudelko

The paper states the results of the route research on prevalence of pathogens on common millet in the Republic of Belarus. It's identified that the following leaf blights are prevalent on common millet: two pathogens of Helminthosporium blight - Bipolaris panici-miliacei Y. Nisik and Bipolaris sorokiniana (Sacc.) Shoemaker, as well as Piricularia disease – Pyricularia grisea Cooke ex Sacc. Biological peculiarities of micellium growth of the identified pathogens on artificial media are examined. For obtaining high quality inoculum pure culture of Bipolaris panici-miliacei should be incubated on potato dextrose agar and pure culture of Pyricularia grisea – on millet agar.

УДК 633.2/.3:631.559:631.84:551.5

ДИНАМИКА ПИТАТЕЛЬНОЙ И КОРМОВОЙ ЦЕННОСТИ СИЛЬФИИ ПРОЗЕННОЛИСТНОЙ ПО ФАЗАМ РАЗВИТИЯ

Б.В. Шелюто, доктор с.-х. наук, **Т.Н. Мыслыва**, доктор с.-х. наук,
М.Н. Силивончик, аспирант, **А.Л. Рашкевич**, **М.А. Лузанов**, студенты
УО «БГСХА», г. Горки, Республика Беларусь
(Поступила 07.04.2021)

Рецензент: Клыга Е.Р., кандидат с.-х. наук

Аннотация. Представлена характеристика питательной и кормовой ценности сільфії прозеннолистной по фазам розвитку и видам хозяйственного использования. Установлено, что в фазу стеблевания, когда сільфия используется для подкормки скота в системе зеленого конвейера, содержание обменной энергии в ее биомассе колеблется от 9,8 до 10,4 МДж, содержание переваримого протеина составляет от 66,8 г до 91,2 в 1 кг воздушно-сухого вещества, а обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином достигает 76,8 г и 118,5, что соответствует нормам кормления продуктивных животных. В фазу цветения, когда осуществляется уборка сільфії для закладки на силос, содержание питательных веществ составляет соответственно 9,7 и 10,1 МДж, 84,2 и 90,4 г и 109,4 и 120,5 г. Максимальная питательная ценность сільфії зафиксирована в фазу бутонизации, наступающую еще до завершения полного стеблевания и начала цветения третьего яруса соцветий, в период прохождения которых содержание сырого протеина в зеленой массе достигало 148-153 г, переваримого протеина 101,0-105,4 г, а обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином составила 123,2-131,8 г.