

## Биология

УДК 631.461:633.466.3

### Таксономическая структура альгоцианобактериальных сообществ и основные показатели почвы при внесении суспензий ностока и эустигматоса

Ю.М. Бачура

Изучены таксономическая структура альгоцианобактериальных сообществ и основные показатели почвы при внесении суспензий водорослей рода *Eustigmatos* и цианобактерий рода *Nostoc* при выращивании огурцов и томатов в открытом грунте. Показано, что использование культур ностока и эустигматоса в качестве стимуляторов роста огурцов и томатов в полевых условиях не приводит к значительным изменениям основных агрохимических показателей почвы и резкой трансформации альгоцианобактериальных сообществ исследуемых участков. После внесения суспензий водорослей и цианобактерий на опытных участках отмечена общая тенденция увеличения представленности диатомовых водорослей и снижения долевого участия цианобактерий в составе сообществ.

**Ключевые слова:** альгоцианобактериальные сообщества, водоросли, показатели почвы, таксономическая структура, цианобактерии.

The taxonomic structure of algaecyanobacterial communities and the main soil parameters when applying suspensions of algae of the genus *Eustigmatos* and cyanobacteria of the genus *Nostoc* during the cultivation of cucumbers and tomatoes in the open field were studied. It was shown that the use of these microorganisms as growth stimulators of cucumbers and tomatoes under field conditions does not lead to significant changes in the basic agrochemical parameters of the soil and a sharp transformation of algaecyanobacterial communities of the studied sites. The general trend of increasing the representation of Bacillariophyta algae and decreasing the proportion of Cyanobacteria species in the communities after adding algae and cyanobacteria suspensions to the experimental plots was noted.

**Keywords:** algaecyanobacterial communities, algae, soil parameters, taxonomic structure, cyanobacteria.

**Введение.** Вследствие актуализации эколого-биосферных способов ведения сельского хозяйства одним из направлений биотехнологии в настоящее время является поиск микроорганизмов, пригодных для использования в качестве биудобрений. Почвенные водоросли и цианобактерии участвуют во многих процессах, протекающих в почве, способствуют увеличению в почве содержания органического вещества, способны к фиксации атмосферного азота, повышают устойчивость почвы к эрозии, обогащают ее рядом макро- и микроэлементов, что обуславливает перспективность их применения для решения биотехнологических задач [1]–[5]. Целью настоящего исследования являлось изучение таксономической структуры альгоцианобактериальных сообществ (АЦБС) и основных показателей почвы при внесении суспензий микроводорослей рода *Eustigmatos* и цианобактерий рода *Nostoc* при выращивании огурцов и томатов в открытом грунте.

**Материалы и методика исследований.** Для проведения полевого эксперимента использовали штаммы микроводоросли *Eustigmatos magnus* (B. Petersen) D.J. Hibberd и цианобактерии рода *Nostoc* (Vaucher ex Bornet et Flahault, 1886), культивирование которых проводили при температуре (20 ± 3) °C при 10/14 часовом чередовании световой и темновой фаз и освещении 3500–4000 лк с барботированием в дневное время. Определение количества клеток микроводорослей и цианобактерий осуществляли с помощью камеры Горяева.

Закладку полевого эксперимента проводили на базе ОАО «Комбинат «Восток»» Гомельского района Гомельской области и на приусадебном участке в г.п. Озаричи Калинковичского района Гомельской области. В качестве тестовых культур на приусадебном участке использовали томаты (*Solanum lycopersicum* L.) сорта Перемога 165 и огурцы (*Cucumis sativus* L.)

сорта Малыш (сорта белорусской селекции, ранее апробированные в серии лабораторных экспериментов с суспензиями микроводорослей и цианобактерий). На базе ОАО «Комбинат «Восток»» в качестве тестовых культур служили огурцы сорта Сатина и томаты сорта Намиб, культивируемые в данном хозяйстве.

При проведении полевого эксперимента использовали варианты опыта аналогичные лабораторной серии: контроль I (питательная среда); контроль II (дистиллированная вода); опыт I (суспензия водоросли или цианобактерии исходная, ИС); опыт II (суспензия водоросли или цианобактерии, разбавленная 1:1 дистиллированной водой, РС). Суспензии вносили дважды с интервалом в один месяц в объеме 150 мл под один экземпляр растения; в начале и после окончания эксперимента измеряли морфометрические показатели объектов, отбирали почвенные образцы для определения основных агрохимических показателей. Анализ образцов почвы на содержание рН, фосфора, калия, органического вещества, кальция, магния, меди, цинка, общего азота проводился сотрудниками КУП «Гомельская ОПИСХ».

Для выявления видового состава почвенных водорослей и цианобактерий использовали культуральные методы: почвенные культуры со стеклами обрастания и агаровые культуры [6]. Культивирование водорослей и цианобактерий проводили при постоянных условиях: температура  $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ , периодическое освещение с интенсивностью 1700–2500 лк с 10/14-часовым чередованием световой и темновой фаз. Учитывая последовательность появления и исчезновения водорослей и цианей на стеклах обрастания, первый просмотр проводили через 7–10 дней после посева, второй – через 15–20, третий – через 1–1,5 месяца. Изучение состава водорослей и цианобактерий на агаровых культурах проводили в течение двух месяцев по мере развития колоний. Идентификацию водорослей и цианобактерий осуществляли с помощью микроскопа Nikon Eclipse 80i (увеличения  $\times 400$ ,  $\times 1000$ ). Все культуры изучали в живом состоянии. При составлении систематического списка водорослей и цианобактерий положение объектов приводили по данным сайтов Algaebase [7] и Cyanodb [8].

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программных продуктов Statistica (Version 10) и Microsoft Excel.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Одноклеточные водоросли *Eustigmatos magnus* относятся к отряду Ochrophyta. Вид был выделен в культуру из светло-серой почвы сосново-орлякового леса Киевской области Э.Н. Демченко [9]. Это эвритермный представитель, способный существовать в широком диапазоне экологических условий. Плотность клеток *Eustigmatos magnus* составила 29,7–29,8 млн клеток на 1 мл суспензии.

Цианобактерии рода *Nostoc*, способные к формированию колоний, являются представителями отдела Cyanobacteria. Штамм ностока был выделен в культуру из деградированного торфяника Гомельской области Ю.М. Бачура [10]. Цианобактерии данного рода способны к азотфиксации, способствуя обогащению почвы не только органическим веществом, но и доступным азотом. Плотность клеток ностока составила 25,6–25,8 млн клеток на 1 мл суспензии.

Как уже отмечено, изучение состава альгоцианобактериальных сообществ и определение основных агрохимических показателей опытных делянок осуществляли до и после проведения эксперимента. Анализ основных агрохимических показателей опытных делянок на базе ОАО «Комбинат «Восток»» представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Агрохимические показатели опытных делянок (ОАО «Комбинат «Восток»»)

Расположение	рН, ед. рН	$\text{P}_2\text{O}_5$ , млн <sup>-1</sup>	$\text{K}_2\text{O}$ , млн <sup>-1</sup>	Орган. в-во, %	$\text{CaO}$ , млн <sup>-1</sup>	$\text{MgO}$ , млн <sup>-1</sup>	$\text{Cu}$ , млн <sup>-1</sup>	$\text{Zn}$ , млн <sup>-1</sup>	Общий N, %
июнь (до внесения суспензий микроводорослей и цианобактерий)									
Поле Т1	5,29	601	375	2,78	891	215,8	2,67	6,78	0,07
Поле Т2	5,23	622	366	2,70	906	214,8	2,56	6,79	0,08
Поле Т3	5,28	562	381	2,52	783	190,0	2,36	6,30	0,07
Поле О1	6,56	672	475	2,72	1235	300,0	4,43	7,58	0,08
Поле О2	6,62	718	490	2,89	1281	303,2	4,70	8,20	0,08
Поле О3	6,61	679	501	2,86	1260	295,0	4,40	7,44	0,07
август (после внесения суспензий микроводорослей и цианобактерий)									
Поле Т_ Н <sub>2</sub> О дист.	4,97	358	287	2,64	849	186,3	2,66	6,80	0,10

Окончание таблицы 1

Поле Т_ПС	5,20	339	372	2,40	760	160,4	2,71	6,84	0,08
Поле Т_Eust ИС	5,16	780	313	2,59	772	195,2	2,66	7,27	0,09
Поле Т_Eust РС	5,09	668	352	2,55	928	221,8	2,71	7,20	0,10
Поле Т_Nost ИС	4,99	549	328	2,51	915	216,9	2,84	7,34	0,09
Поле Т_Nost РС	5,04	388	362	2,73	923	186,8	2,78	7,07	0,08
Поле О_Н <sub>2</sub> О дист.	6,54	589	443	2,91	1067	264,4	4,12	7,82	0,08
Поле О_ПС	6,55	421	459	2,79	1110	270,6	4,37	7,85	0,07
Поле О_Eust ИС	6,49	380	456	2,85	1125	258,1	4,31	7,38	0,09
Поле О_Eust РС	6,44	418	451	2,88	1100	249,5	4,39	7,50	0,08
Поле О_Nost ИС	6,50	456	408	3,08	1115	254,7	4,58	8,02	0,10
Поле О_Nost РС	6,50	353	386	3,00	1141	252,9	4,61	8,16	0,07

Примечание: Т – делянка с томатами, О – делянка с огурцами; ПС – питательная среда; Eust – Eustigmatos, Nost – Nostoc.

Почва на делянке с томатами до внесения суспензий микроводорослей и цианобактерий была кислой, на делянке с огурцами – близка к нейтральной. Делянки были неодинаково обеспечены подвижными соединениями фосфора, калия, кальция и магния – показатели оказались выше на участке с огурцами. При этом обеспеченность почв фосфором и калием высокая, магнием – повышенная, кальцием – от низкой до повышенной. Почва обеих делянок средне и высоко обеспечена микроэлементами (медью и цинком); повышенногумусированная, содержание азота находилось в пределах 0,07–0,08 % [11]. После внесения суспензий водорослей и цианобактерий на участке с томатами отмечено незначительное снижение рН почвенного раствора и содержания калия, повышение количества микроэлементов и азота. На участке с огурцами выявлено снижение рН почвенного раствора, содержания фосфора, калия, кальция и магния, повышение – азота.

Почва опытных делянок ОАО «Комбинат «Восток»» характеризовалась альгоцианобактериальной флорой (АЦБФ), включающей 37 видов водорослей и цианобактерий из 32 родов, 28 семейств, 13 порядков, 7 классов отелов Cyanobacteria, Ochrophyta, Bacillariophyta и Chlorophyta (таблица 2).

Таблица 2 – Таксономический состав АЦБФ (ОАО «Комбинат «Восток»»)

Отделы	Число				
	классов	порядков	семейств	родов	видов
Суанобактерия	1	3	6	6	7
Ochrophyta	2	3	5	6	6
Bacillariophyta	1	2	4	4	4
Chlorophyta	3	5	13	16	20

Доминирование зеленых водорослей типично для почв различных наземных биогеоценозов; наиболее представлены в составе альгоцианобактериальной флоры опытных делянок ОАО «Комбинат «Восток»» были водоросли порядков Chlamydomonadales (9 видов) и Oscillatoriales (4 вида). В спектре семейств доминировали Chlamydomonadaceae и Chlorellaceae, в спектре родов – Chlamydomonas.

Максимальное видовое богатство альгоцианобактериальных сообществ в ходе эксперимента отмечено на начальном этапе исследования до внесения суспензий микроводорослей и цианобактерий – от 16 до 19 видов (таблица 3).

Таблица 3 – Таксономическая структура АЦБС опытных делянок (ОАО «Комбинат «Восток»»)

Расположение	Суанобактерия	Ochrophyta	Bacillariophyta	Chlorophyta	Всего видов
Поле Т1	4 (25,00)	2 (12,50)	1 (6,25)	9 (56,25)	16
Поле Т2	6 (33,33)	3 (16,67)	1 (5,56)	8 (44,44)	18
Поле Т3	5 (29,41)	3 (17,65)	1 (5,88)	8 (47,06)	17
Поле О1	3 (15,79)	5 (26,32)	3 (15,79)	8 (42,11)	19

Окончание таблицы 3

Поле О <sub>2</sub>	2 (11,11)	4 (22,22)	2 (11,11)	10 (55,56)	18
Поле О <sub>3</sub>	3 (16,67)	5 (27,78)	3 (16,67)	7 (38,89)	18
Поле Т_Н <sub>2</sub> О дист.	3 (33,33)	1 (11,11)	2 (22,22)	3 (33,33)	9
Поле Т_ПС	2 (28,57)	–	1 (14,29)	4 (57,14)	7
Поле Т_Еуст ИС	1 (14,29)	1 (14,29)	1 (14,29)	4 (57,14)	7
Поле Т_Еуст РС	1 (14,29)	1 (14,29)	1 (14,29)	4 (57,14)	7
Поле Т_Ност ИС	1 (16,67)	–	1 (16,67)	4 (66,67)	6
Поле Т_Ност РС	1 (16,67)	–	1 (16,67)	4 (66,67)	6
Поле О_Н <sub>2</sub> О дист.	2 (12,50)	3 (18,75)	3 (18,75)	8 (50,00)	16
Поле О_ПС	1 (10,00)	3 (30,00)	2 (20,00)	4 (40,00)	10
Поле О_Еуст ИС	2 (18,18)	2 (18,18)	3 (27,27)	4 (36,37)	11
Поле О_Еуст РС	1 (6,25)	3 (18,75)	4 (25,00)	8 (50,00)	16
Поле О_Ност ИС	2 (22,22)	–	3 (33,33)	4 (44,44)	9
Поле О_Ност РС	2 (20,00)	2 (20,00)	3 (30,00)	3 (30,00)	10

*Примечание:* показано за скобками – число видов, в скобках – процент от общего числа видов, Т – делянка с томатами, О – делянка с огурцами ПС – питательная среда; *Eust* – *Eustigmatos*, *Nost* – *Nostoc*.

На всех участках доминировали зеленые водоросли, доля которых составляла 38,89–56,25 %. На участках с томатами значительный вклад в состав альгоцианобактериальных сообществ вносили представители отдела *Cyanobacteria* – 25,00–33,33 %; на участках с огурцами – охрофитовые водоросли – 22,22–27,78 %.

После внесения суспензий микроводорослей и цианобактерий практически на всех участках выявлено сокращение количества видов водорослей и цианобактерий. На участках с томатами в составе альгоцианобактериальных сообществ зафиксировано снижение долевого участия цианобактерий и увеличения доли водорослей отдела *Chlorophyta*; на участках с огурцами отмечено расширение в составе сообществ доли диатомовых водорослей. Сокращение разнообразия водорослей и цианобактерий, возможно, обусловлено в том числе снижением освещенности участков, микроклиматом, создаваемым растущими огурцами и томатами.

В таблице 4 представлены основные агрохимические показатели опытных делянок приусадебного участка.

Таблица 4 – Агрохимические показатели опытных делянок (приусадебный участок)

Расположение	pH, ед. pH	p <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , млн <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O, млн <sup>-1</sup>	Орган. в-во, %	CaO, млн <sup>-1</sup>	MgO, млн <sup>-1</sup>	Cu, млн <sup>-1</sup>	Zn, млн <sup>-1</sup>	Общий N, %
июнь, до внесения суспензий микроводорослей и цианобактерий									
Пр1	6,28	769	627	6,49	2037	399,0	11,20	29,45	0,07
Пр2	5,76	499	253	5,11	1506	217,7	12,94	19,28	0,06
Пр3	6,77	704	373	6,60	2834	318,0	26,49	28,73	0,08
август, после внесения суспензий микроводорослей и цианобактерий									
Пр Т_Н <sub>2</sub> О	6,61	835	463	7,80	1427	296,9	21,79	26,88	0,08
Пр Т_Еуст ИС	7,04	1151	512	8,11	1919	434,6	27,15	34,24	0,08
Пр Т_Еуст РС	7,13	959	391	7,13	1936	408,4	24,71	37,31	0,08
Пр Т_Ност ИС	6,99	1530	675	7,28	1626	363,1	24,53	29,16	0,08
Пр Т_Ност РС	7,15	1047	667	7,32	1721	386,1	27,37	32,60	0,08
Пр О_Н <sub>2</sub> О	6,46	634	272	5,62	1216	235,7	13,62	21,73	0,09
Пр О_Еуст ИС	7,10	1180	372	6,84	1721	417,8	22,47	31,05	0,09
Пр О_Еуст РС	6,48	1077	313	7,05	1547	309,6	18,27	26,66	0,08
Пр О_Ност ИС	6,69	723	322	5,99	1409	326,1	17,63	25,44	0,09
Пр О_Ност РС	6,39	637	266	5,69	1199	241,9	14,19	22,42	0,10

*Примечание:* Пр – приусадебный участок, *Eust* – *Eustigmatos*, *Nost* – *Nostoc*.

На начальном этапе исследования почва делянок отличалась слабокислой и близкой к нейтральной реакцией почвенного раствора, избыточным содержанием фосфора, средним содержанием калия, высоким содержанием кальция и магния, избыточным содержанием ме-

ди и цинка и являлась высокогумусированной, содержание азота составило 0,07 %. После проведения полевого эксперимента отмечены некоторые изменения данных показателей – увеличение рН почвенного раствора, увеличение содержания в почве фосфора, микроэлементов (меди, цинка), а также азота.

Альгоцианобактериальная флора почвы приусадебного участка была богаче флоры водорослей и цианобактерий опытных делянок ОАО «Комбинат “Восток”» и включала 42 вида водорослей и цианобактерий, относящихся к 36 родам, 29 семействам, 17 порядкам, 8 классам 5 отделов (таблица 5).

Таблица 5 – Таксономический состав АЦБФ (приусадебный участок)

Отделы	Число				
	классов	порядков	семейств	родов	видов
Cyanobacteria	1	3	8	9	11
Euglenophyta	1	1	1	1	1
Ochrophyta	2	3	5	6	6
Bacillariophyta	1	2	5	7	10
Chlorophyta	3	8	10	13	14

Расширение таксономического разнообразия альгоцианобактериальной флоры произошло вследствие увеличения представленности отделов Cyanobacteria и Bacillariophyta, появления видов отдела Euglenophyta. Наиболее представлены в почве приусадебного участка были водоросли отдела Chlorophyta (33,33 %), значительным долевым участием в составе флоры отличались отделы Cyanobacteria (26,19 %) и Bacillariophyta (23,81 %). В спектре порядков преобладали диатомовые водоросли порядка Naviculales (8 видов), зеленые водоросли порядка Chlamydomonadales (7 видов) и цианобактерии порядка Oscillatoriales (6 видов). В спектре семейств доминировали Pseudanabaenaceae и Naviculaceae; большинство родов являлись одно- и двухвидовыми, что свидетельствует об упрощенной организации альгоцианобактериальной флоры участков.

Сравнение состава водорослей и цианей различных участков приведено в таблице 6. Состав альгоцианобактериальных сообществ на разнотипных участках опытных делянок приусадебного участка был богаче по сравнению с опытными делянками ОАО «Комбинат “Восток”». На начальном этапе исследования в составе сообществ было выявлено от 30 до 35 видов водорослей и цианобактерий. Преобладали среди них виды отдела Chlorophyta, доля которых составляла 28,57–36,67 %; значительным был вклад в состав сообществ видов отделов Cyanobacteria и Bacillariophyta – 26,67–33,33 % и 20,00–24,24 % соответственно. Единично отмечены представители отдела Euglenophyta. После внесения суспензий водорослей и цианобактерий в почву большинства участков отмечено некоторое снижение долевого участия охрофитовых водорослей.

Таблица 6 – Таксономическая структура АЦБС опытных делянок (приусадебный участок)

Расположение	Cyanobacteria	Euglenophyta	Ochrophyta	Bacillariophyta	Chlorophyta	Всего видов
Пр1	9 (30,00)	–	5 (16,67)	7 (23,33)	9 (30,00)	30
Пр2	11 (31,43)	1 (2,86)	5 (14,28)	8 (22,86)	10 (28,57)	35
Пр3	8 (26,67)	1 (3,33)	4 (13,33)	6 (20,00)	11 (36,67)	30
Пр Т Н <sub>2</sub> О	2 (12,50)	–	2 (12,50)	5 (31,25)	7 (43,75)	16
Пр Т Eust ИС	4 (21,05)	–	2 (10,53)	5 (26,32)	8 (42,11)	19
Пр Т Eust РС	3 (25,00)	–	1 (8,33)	4 (33,33)	4 (33,33)	12
Пр Т Nost ИС	2 (14,29)	–	1 (7,14)	7 (50,00)	4 (28,57)	14
Пр Т Nost РС	1 (7,14)	–	1 (7,14)	6 (42,86)	6 (42,86)	14
Пр О Н <sub>2</sub> О	3 (30,00)	–	1 (10,00)	3 (30,00)	3 (30,00)	10
Пр О Eust ИС	–	–	2 (16,67)	4 (33,33)	6 (50,00)	12
Пр О Eust РС	1 (8,33)	–	1 (8,33)	5 (41,67)	5 (41,67)	12
Пр О Nost ИС	4 (26,67)	–	–	5 (33,33)	6 (40,00)	15
Пр О Nost РС	4 (26,67)	–	1 (6,67)	5 (33,33)	5 (33,33)	15

Примечание: показано за скобками – число видов, в скобках – процент от общего числа видов, Eust – Eustigmatos, Nost – Nostoc.

В целом на опытных делянках обоих участков после внесения суспензий микроводорослей и цианобактерий отмечена общая тенденция увеличения представленности диатомовых водорослей и снижения долевого участия цианобактерий в составе альгоцианобактериальных сообществ.

**Заключение.** Проведенный полевой эксперимент показал, что использование суспензий почвенных микроводорослей рода *Eustigmatos* и цианобактерий рода *Nostoc* при выращивании огурцов и томатов не приводит к значительным изменениям основных агрохимических показателей почвы. После двукратного внесения суспензий данных фотосинтезирующих микроорганизмов на опытных делянках с огурцами и томатами отмечено некоторое увеличение содержания общего азота и микроэлементов в почве. Не выявлено и резких трансформаций альгоцианобактериальных сообществ исследуемых участков – состав водорослей и цианобактерий участков почвы в большей степени зависел от освещенности и микроклимата, формируемого растущими культурами огурцов и томатов. Вероятно, внесенные микроводоросли и цианобактерии, являющиеся типичными обитателями наземных биогеоценозов, не вызывали значительных изменений в составе существующих альгоцианобактериальных сообществ и становились их составляющими. Полученные данные могут найти применение в области сельского хозяйства и биотехнологии при анализе результатов использования фотосинтезирующих микроорганизмов в качестве биоудобрений и/или стимуляторов роста высших растений.

### Литература

1. Овсянников, Ю. А. Теоретические основы эколого-биосферного земледелия / Ю. А. Овсянников. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2000. – 264 с.
2. Михеева, Т. М. Перспективы использования культивируемых и планктонных микроскопических водорослей / Т. М. Михеева // Наука и инновации. – 2018. – № 2 (180). – С. 15–19.
3. Шалыго, Н. В. Микроводоросли и цианобактерии как биоудобрение / Н. В. Шалыго // Наука и инновации. – 2019. – № 3 (193). – С. 22–26.
4. Одноклеточные водоросли как возобновляемый биологический ресурс : обзор / Г. С. Минюк [и др.] // Морской экологический журнал. – 2008. – № 7. – С. 5–23.
5. Биотехнологический потенциал почвенных цианобактерий (обзор) [Электронный ресурс] / С. В. Дидович [и др.] // Вопросы современной альгологии. – 2017. – № 2 (14). – Режим доступа : <http://algology.ru/1170>. – Дата доступа : 17.06.2021.
6. Современные методы выделения, культивирования и идентификации зеленых водорослей (Chlorophyta) / А. Д. Темралеева [и др.] ; под общ. ред. А. Д. Темралеевой. – Кострома : Костромской печатный дом, 2014. – 215 с.
7. Database of information on algae that includes terrestrial, marine and freshwater organisms [Electronic resource] / ed. M. D. Guiry. – Mode of access : <http://www.algaebase.org>. – Date of access : 05.08.2021.
8. The on-line database of cyanobacterial genera [Electronic resource] / J. Komárek, T. Nauer. – Mode of access : <http://www.cyanodb.cz>. – Date of access : 24.06.2021.
9. Водорості ґрунтів України (історія та методи дослідження, система, конспект флори) / редкол. : І. Ю. Костіков [та інш.]. – Київ : Фітосоціоцентр, 2001. – 300 с.
10. Бачура, Ю. М. Почвенные водоросли и цианобактерии антропогенно-преобразованных почв (на примере Гомельского региона) / Ю. М. Бачура. – Чернигов : Десна Полиграф, 2016. – 148 с.
11. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь : практ. пособие / Ком. по земел. ресурсам, геодезии и картографии при Совете Министров Респ. Беларусь ; редкол. : Г. И. Кузнецов [и др.]. – Мн. : Оргстрой, 2001. – 428 с.