

А. Л. ЯФРЭМАЎ, М. Ф. ЛОЎЧЫ, Г. І. МАЛЮКОВІЧ

**ФЕРМЕНТАТЫЎНАЯ АКТЫЎНАСЦЬ І АМИНАКІСЛОТНЫ САСТАУ
ГЛЕБ НЕКАТОРЫХ ТЫПАЎ ХВОЙНІКАЎ ПАДЗОНЫ
ШЫРАКАЛІСТАВА-ХВАЁВЫХ ЛЯСОЎ БЕЛАРУСІ**

У межах єўрапейскай шыракалістава-лясной зоны на тэрыторыі Беларусі выдзелена паўднёвая падзона шыракалістава-хваёвых лясоў, якая размешчана на поўдзень ад мяжы суцэльнага распаўсюджання елкі, уключае Бугска-Палескую і Палеска-Прыднепроўскую геабатанічныя акругі і займае асноўную частку тэрыторыі Беларускага Палесся [1]. Тут распаўсюджаны пясчаныя і супясчаныя глебы. Яны пераважаюць на шырокіх плоскіх надпойменных тэррасах большай часткі Прыпяцкага Палесся, складзеных водналедніковымі і старажытнаалювіяльнымі адкладаннямі. У цэлым каля 40% палескіх лясоў маюць пясчаныя глебы недастатковага і няўстойлівага ўвільгатнення [2]. Да хваёвых лясоў па сухадолу належаць насаджэнні на мінеральных аўтаморфных і паўгідраморфных дзярнова-падзолістых глебах. Хвойнікі лішайнікавы, верасовы, бруsnічны, імшысты, чарнічны ўяўляюць сабой субфармацию монадамінантных хваёвых лясоў і займаюць магутныя алювіяльныя глебы пясчаныя і супясчаныя, якія пры заляганні грунтаўых вод блізка да паверхні часта атарфаваны.

У задачу нашых даследаванняў уваходзіла вывучэнне біяхімічных уласцівасцей глеб экалагічнага рада хваёвых біягеаценозаў паводле ферментатыўнай актыўнасці і колькасці свабодных амінакіслот у сувязі з рознымі тыпамі хвойнікаў і ўмовамі іх росту. Аграфічныя ўласцівасці глеб вызначалі згодна з агульнапрынятym метадам аграфічных даследаванняў [3], ферментатыўную актыўнасць — паводле пропісу методык Т. А. Шчарбаковай [4], колькасць свабодных амінакіслот — воднаспіртавой экстракцыяй і зыходнай папяровай храматаграфіяй з колькаснай ідэнтыфікацыяй па ніngідрыну [5].

На тэрыторыі Беларускага Палесся даследаванні праводзіліся ў Бугска-Палескай геабатанічнай акрузе ў Брэсцк-Прыпяцкім раёне на пробных плошчах у Маларыцкім лясніцтве Брэсцкага ляскаса і Завішчанскім лясніцтве Пінскага ляскаса. Доследныя ўзоры адбіралі з глебавых разрэзаў па генетычных гарызонтах у другой дэкадзе ліпеня ў 1988—1989 гг. у дзярнова- і тарфяніста-падзолістых пясчаных і супясчаных глебах монадамінантных хвойнікаў лішайнікавага, верасовага, бруsnічнага, імшыстага і чарнічнага тыпу.

Дадзенае паведамленне датычыць працягу даследаванняў па вывучэнні ферментатыўнай актыўнасці і колькасці свабодных амінакіслот ў глебах лясных біягеаценозаў [6—8] з мэтай спробы высвятлення механізмаў і структуры біяхімічнай прыроды глебаўтаральных працэсаў у эдафатопах хваёвых і лістовых лясоў.

У подсцілах хваївих фітацэнозаў дыяпазон вар'іравання хімічных элементаў саставу арганічнага рэчыва ўзрастасе ад ксерофітных месца-знаходжанняў да гідрафітных. Мінімум прыпадае на подсцілы хвойнікаў лішайнікавага, верасовага і бруснічнага тыпаў; максімум харктэрны для подсцілаў імшыстых і чарнічных хвойнікаў: С — 13—40%, N — 0,75—1,96, P — 0,035—0,131%. У перагнойных гарызонтах глеб розных тыпаў хвойнікаў колькасць арганагенных элементаў менш варыябельная: С — 1,04—1,68%, N — 0,04—0,10, P — 0,017—0,034%. Выключэнне складае арганічная маса атарфаванага гумусавага гарызонта тарфяніста-падзолістай глебы ў хвойніку малініева-чарнічным (С — 6,58%, N — 0,24%). Лясныя подсцілы і перагнойныя гарыzonты глеб валодаюць моцнай і кіслай рэакцыяй (2,3—4,2), у ілювіяльных гарыzonтах кіслотнасць мінеральнай фракцыі крыху зніжаецца (рН_{КІ} 3,0—4,8).

Аб ператварэнні ў глебе арганічных злучэнняў, якія змяшчаюць амінныя і фосфарна-эфірныя групоўкі, можна меркаваць па актыўнасці ферментаў азотнага і фосфарнага абмену [4]. Высокая пратэалітычная актыўнасць харктэрная для подсцілаў дубнякова-імшыстага, імшыстабруснічнага і сфагнава-чарнічнага хвойнікаў (10,70—19,89 мг тыразіну за 18 гадз., табл. 1). Параўнальна нізкая пратэалітычная актыўнасць выяўлена ў гумусавых гарыzonтах глеб менш вільгацезабяспечаных хвойнікаў.

Вар'іраванне урэазнай актыўнасці ў подсцілах і гумусавых гарыzonтах глеб палескіх хвойнікаў аналагічнае змяненню актыўнасці пратэалітычнага комплексу і вар'іруе па ступені гідраморфнасці (0,63—1,28 і 0,04—0,45 мг N—NH₄ за 4 гадз.).

Што ж датычыць раскладання фосфарэмішчальных арганічных злучэнняў, то важна адзначыць вузкія межы ваганняў фасфатазнай актыўнасці ў подсцілах (1,11—1,48); шырэй гэтая межа ў перагнойных гарыzonтах лясных глеб (0,05—0,37 мг Р за 24 гадз.). Высокай фасфатазнай актыўнасцю валодаюць подсцілы мшыста-верасовага, імшыстабруснічнага і малініева-чарнічнага хвойнікаў. Маламагутныя подсцілы аўсяніцава-лішайнікавага і лішайнікава-імшыстага хвойнікаў па ферментатыўнай актыўнасці займаюць прameжкавае месца ў радзе актыўнасці ферментаў азотна-фосфарнага абмену. У гумусавых гарыzonтах і ілювіяльна-глеевых слаях лясных глеб фасфатазная актыўнасць нізкая, што ў значнай ступені абумоўлена невысокай колькасцю валавога фосфару і кіслай рэакцыяй.

Выяўлены цесныя карэляцыйныя сувязі актыўнасці пратэаз і урэазы з колькасцю лёгкагідралізованага азоту: каэфіцыенты карэляцыі $r = 0,79$ і $0,78$. Цесная карэляцыйная залежнасць выяўлена паміж актыўнасцю урэазы і пратэалітычнага комплексу ($r = 0,67$). Вызначаны таксама цесныя карэляцыі паміж фасфатазнай актыўнасцю і колькасцю валавога і рухомага фосфару: каэфіцыенты карэляцыі $r = 0,84$ і $0,63$. Адвартная карэляцыйная залежнасць выяўлена паміж фасфатазнай актыўнасцю і pH салівой выцяжкі ($r = -0,60$).

Ферменты каталаза і поліфенолаксідаза прымяюць самы актыўны ўздел у раскладанні арганічнай масы лясных глеб, валодаючы акісляльна-аднаўленчай здольнасцю [4]. У подсцілах хваёвых лясоў сухіх месца-знаходжанняў па каталазнай актыўнасці выяўлены блізкія величыні і максімум прыпадае на подсцілы лішайнікавыя; у атарфаваных подсцілах пераўвільготненых чарнічных хвойнікаў каталазная актыўнасць трохі ніжэйшая (1,40—2,55 і 1,10—1,60 см³ O₂ за 2 мін). Аналагічнае тэнденцыя змянення каталазнай актыўнасці ў перагнойных гарыzonтах, але оптымум тут некалькі зрушваецца да глеб зялёномоховых хвойнікаў. У значнай ступені ўзровень каталазнай актыўнасці цесна звязаны з запасамі арганічнага рэчыва ў глебах хваёвых лясоў ($r = 0,81$).

Высокая поліфенолаксідазная актыўнасць харктэрная для подсцілаў і перагнойных гарыzonтаў стараворных глеб імшыстага і верасовага

Т а б л и ца 1. Ферментативная актиунальность грунтов хвойника подзолы шыракалистава-хвойных лясов (1988—1989 гг.).

Фитоценоз	Глыбина, см	Прагматаза, мг тирозину за 18 гадз	Урэаза, мг N-NH ₃ за 4 гадз	Фасфатаза, мг Р за 24 гадз	Инвертаза, мг глукозы за 4 гадз	Амилаза, мг мальтозы за 24 гадз	Каталаза, см ³ O ₂ за 2 мин	Погодно-климатические условия
Хвойник аусянцева-лішайникавы	0—3	1,99÷6,33	0,24÷1,06	1,11÷1,29	22,12÷22,50	15,10÷22,40	1,35÷2,55	23,10÷26,10
	3—12	0,24÷0,25	0,37÷0,38	0,02÷0,08	4,06÷4,63	0,31÷0,34	0,27÷0,55	7,20÷8,00
	12—22	0,17	0,21	0,17	0,00	0,00	0,45	0,00
Хвойник імшыста-верасовы	0—7	4,93÷6,22	0,48÷0,56	1,24÷1,48	24,30÷35,30	11,14÷11,54	1,30÷2,10	88,20÷108,00
	7—21	0,04÷0,06	0,02÷0,04	0,13÷0,37	2,99÷3,00	0,65÷0,73	0,42÷0,45	35,70÷43,30
	21—50	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Хвойник імшыста брусличны	0—6	10,64÷10,70	0,60÷0,63	1,20÷1,36	34,20÷36,00	7,86÷9,18	1,10÷1,40	52,80÷66,45
	6—13	0,17÷0,21	0,02÷0,03	0,09÷0,10	3,09÷3,78	0,40÷0,42	0,20÷0,37	23,40÷25,90
	13—40	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Хвойник імшыста брусличны	0—2	4,34÷8,18	0,61÷0,66	1,11÷0,14	37,40÷44,50	11,10÷15,60	1,60÷1,70	38,40÷42,45
	2—16	0,06	0,02	0,14÷0,17	1,52÷1,67	0,18÷0,35	0,50÷0,62	11,00÷11,40
	16—50	0,01	0,01	0,11	0,00	0,00	0,30	0,00
Хвойник лішайникава-мшысты	0—4	11,96÷19,89	0,33÷0,92	1,21÷1,22	18,40÷18,50	11,98÷12,85	1,10÷1,20	125,90÷165,10
	4—26	0,01÷0,04	0,01÷0,02	0,04÷0,14	1,04÷1,94	0,34÷0,35	0,20÷0,37	39,40÷42,55
	26—50	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Хвойник дубнякова-мшысты	0—8	4,45÷10,80	0,32÷1,28	1,25÷1,29	32,00÷32,90	7,50÷7,93	0,90÷1,60	56,60÷91,60
	8—18	0,26÷0,31	0,04÷0,45	0,05÷0,12	1,50÷1,90	0,84÷0,92	0,30÷0,45	22,10÷36,45
	18—32	0,08	0,02	0,04	0,00	0,00	0,25	0,00
Хвойник малініева-чарнічны	0—9	9,94÷13,47	0,46÷0,70	1,20÷1,79	24,80÷26,30	4,56÷7,62	1,00÷1,30	29,50÷30,50
	9—16	0,13÷0,25	0,03÷0,04	0,05÷0,11	1,90÷2,10	0,42÷0,74	0,22÷0,26	11,10÷14,82
	16—37	0,06	0,02	0,14	0,00	0,00	0,30	0,00

хвойнікаў (108—165 і 35—42 мкл О₂ за 1 гадз.). Відаць, тут праяўляецца дзеянне антрапагеннай нагрузкі, таму што ўзнаўленне падлеску на стараворных глебах адбываецца пры актыўнай мінералізацыі падсцілчай масы і актыўным прытоку біяфільных элементаў у ворныя перагнойна-падзолістыя гарызонты. У глебах хваёвых лясоў выяўлена цесная карэляцыя паміж масай арганічнага рэчыва і поліфенолаксідазнай актыўнасцю ($r=0,75$).

Высокая інвертазная актыўнасць характэрная для подсцілаў хвойнікаў вільготных чарнічных тыпаў. У перагнойных гарызонтах оптымум інвертазнай актыўнасці выяўлена ў глебах сухіх месцазнаходжанняў лішайнікавага і бруsnічнага хвойнікаў (24—33 і 3,8—4,6 мг глюкозы за 4 гадз.). Аналагічная заканамернасць выяўлена па дынаміцы амілазнай актыўнасці, што адлюстроўвае ступень раскладання ў лясных глебах крухмалзмящчальных арганічных злучэнняў. Гэтую залежнасць пацвярджаюць каэфіцыенты карэляцыі інвертазнай і амілазнай актыўнасці з колькасцю арганічнага рэчыва ($r=0,90$ і $0,99$). У сваю чаргу паказчыкі актыўнасці гэтых важных гідралітычных ферментаў цесна звязаны паміж сабой ($r=0,76$).

Па колькасці свабодных амінакіслот у подсцілах палескіх хвойнікаў умоўна можна выдзеліць дзве выразныя групы: першая — у подсцілах лішайнікава-мшыстага і чарнічных хвойнікаў з колькасцю свабодных амінакіслот каля 200 мг/кг падсцілчнага субстрату і больш. Другую групу складаюць подсцілы сухіх і менш увільготненых хвойнікаў ад аўсяніцава-лішайнікавага да мшыста-бруsnічнага і мшыста-верасовага. У подсціле дубнякова-мшыстага хвойніку колькасць свабодных амінакіслот складае 80—100 мг/кг подсцілу, што ў 2 разы ніжэй (табл. 2).

У гумусавых гарызонтах пераважная колькасць свабодных амінакіслот выяўлена ў атарфаваных глебах малініева- і сфагнава-чарнічных хвойнікаў і складае 6,88—7,55 мг/кг глебы. Для астатніх перагнойных глеб палескіх хвойнікаў колькасць свабодных амінакіслот вагаеца ў межах 1,5—4,2 мг/кг глебы. Велічыня аміннага азоту ў подсцілах знаходзіцца ў межах 24—30 і 9—15 мг/кг подсцілу, а ў перагнойных гарызонтах — 0,7—0,8 і 0,2—0,4 мг/кг глебы; доля аміннага азоту складае 12—14 % ад агульнай колькасці свабодных амінакіслот. У подсцілах і перагнойных гарызонтах лясных глеб вызначана цесная карэляцыйная залежнасць паміж актыўнасцю пратэалітычнага комплексу і колькасцю свабодных амінакіслот: каэфіцыент карэляцыі $r=0,92$.

Па якаснаму саставу ідэнтыфікавана 16 амінакіслот, сярод якіх монаамінадыкарбонавыя (аспарагінавая, глутамінавая) амінакіслоты складаюць прыкладна 60% ад агульнай масы незалежна ад тыпаў подсцілаў і глеб. Сярод групы монаамінадыкарбонавых амінакіслот колькасць пераважаюць гліцын і аланін, некалькі ніжэйшая колькасць лейцынаў і гама-амінаалейнай кіслаты. Оксімонакарбонавыя амінакіслоты (серын, трэянін) знаходзяцца амаль у адноўкавых колькасных судносінах, у той час як лізін — з групы дыамінадыкарбонавых амінакіслот выяўлена толькі ў подсцілах чарнічных хвойнікаў.

Араматычныя амінакіслоты (тыразін, фенілаланін) у суме саступаюць па колькасці толькі монаамінадыкарбонавым — аспарагінавай і глутамінавай амінакіслотам і займаюць у подсцілах хваёвых лясоў другое месца ў адносінах да іншых груповак амінакіслот. Гэта характэрна для подсцілаў карэнных хвойнікаў лішайнікавага, бруsnічнага, імшыстага і чарнічнага тыпаў, але колькасць свабодных араматычных амінакіслот прыкметна ніжэйшая ў подсцілах хвойнікаў імшыста-верасовага і дубнякова-мшыстага, развітых на стараворных глебах з добра выпаленым ворным перагнойным гарызонтом.

У перагнойных гарызонтах лясных глеб групоўкі свабодных амінакіслот размяшчаюцца ў такім жа парадку, як і ў лясных подсцілах, аднак у гэтых глебах колькасць свабодных амінакіслот рэзка падае пры пераходзе ад арганагеннай структуры подсцілу да мінеральнага глеба-

Таблица 2. Колькасъ свободных аміакіслот у глебах хвойнікаў падzonы шыракалістава-хваёвых лясоў, мг/кг глебы

Фітагеноз	Глыбіня, см	Цыстейн, лізін	Гістыдин	Аспарагінавая	Серын+гліцын	Глютаміновая	Трэх-амін	Аланін	ГАМК	Тырамін	Валін+метионін	Фенілаланін	Лейцины	Агульная колькасъ	N аміакіслот		
Хвойнік дубчай-ніцава-лішай-нікавы	0—3	4,57	5,15	2,41	6,67	8,72	6,57	4,44	5,76	7,25	5,14	11,22	5,78	4,78	86,50	9,56	
	2,45	4,17	2,76	9,41	5,07	6,09	4,67	0,42	0,39	0,39	0,00	0,82	0,96	0,38	5,93	79,72	10,47
	3—12	0,00	0,00	0,00	0,34	0,63	0,46	0,46	0,46	0,37	0,46	0,00	0,00	0,00	0,43	4,12	0,45
Хвойнік імшыста-бручніцы	12—32	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	4,18	0,45
	0—6	0,00	2,30	3,06	7,06	11,54	13,97	3,85	9,13	5,27	18,97	4,41	5,17	3,25	2,57	79,79	10,54
	2,63	3,82	6,08	12,76	11,58	2,57	9,64	4,22	15,50	5,17	5,17	4,41	5,36	3,31	88,23	10,02	
Хвойнік імшыста-верасовы	6—13	0,00	0,00	0,00	0,23	0,14	0,14	0,19	0,23	0,16	0,55	0,00	0,46	0,32	2,42	0,25	0,25
	13—40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,19	0,44	2,31	0,25	0,25
	0—7	4,15	4,28	10,77	17,55	13,88	10,51	4,79	5,11	2,77	5,71	2,43	2,49	1,96	86,40	12,14	13,76
Хвойнік лішай-нікава-імшысты	7—21	3,94	5,37	13,68	15,30	12,38	10,86	5,72	6,08	5,54	7,14	3,34	4,40	2,70	96,43	13,76	23,38
	21—50	0,00	0,00	0,00	0,42	0,47	0,20	0,20	0,35	0,00	0,67	0,00	0,00	0,48	2,79	0,32	0,24
	0—2	2,55	4,28	8,63	10,71	22,33	8,17	20,52	5,27	38,14	15,20	13,20	11,28	200,05	24,40	200,08	
	2,13	3,62	6,99	16,38	28,42	27,10	5,49	17,09	4,22	47,52	15,04	13,58	12,50	200,05	24,40	23,38	

	2—16	0,00	0,00	0,00	0,16	<u>0,23</u>	<u>0,31</u>	<u>0,17</u>	<u>0,19</u>	0,00	0,47	0,00	0,00	0,10	1,46	<u>0,17</u>
6—50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	<u>0,29</u>	<u>0,24</u>	<u>0,19</u>	<u>0,03</u>	<u>0,16</u>	<u>0,45</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	<u>0,16</u>	<u>1,51</u>	<u>0,17</u>
0—4	6,81	3,18	15,29	15,98	15,29	14,09	19,96	13,32	10,16	7,70	2,24	5,51	3,50	4,97	3,92	103,87
4—26	4,25	4,72	11,69	15,10	11,69	0,24	0,26	0,23	0,27	0,16	0,41	0,00	0,59	4,41	7,27	14,66
26—50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00	0,00	0,00	0,28	0,67	0,00	0,00	0,29	2,16	14,76
Хвойнік дубняково-імшастий																
0—8	10,74	21,28	19,45	23,34	25,99	45,13	7,45	13,07	5,40	35,49	9,12	17,41	5,52	239,39	30,96	
8—18	8,93	16,34	24,14	19,32	23,26	38,20	11,45	11,13	7,12	27,33	14,74	19,32	8,70	229,98	30,45	
Хвойнік малінієва-чарнічний																
8—18	0,00	0,00	0,00	0,35	0,79	0,81	0,81	0,33	1,00	0,37	1,24	0,77	0,90	0,32	6,88	0,78
18—32	0,00	0,00	0,00	0,40	0,96	0,63	0,44	0,78	0,24	1,41	0,81	0,96	0,44	7,12	0,79	
32—45	0,00	0,00	0,00	0,48	0,58	0,51	0,51	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,27	1,90	0,24	
Хвойнік сфагнова - чарнічни																
0—9	0,00	12,28	19,23	23,44	26,83	33,31	15,30	12,17	3,16	19,99	14,90	16,65	4,16	201,42	26,67	
9—16	0,00	0,00	0,00	0,42	0,42	0,74	0,74	0,79	0,44	0,93	0,62	2,69	0,00	0,92	6,99	194,29
16—27	0,00	0,00	0,00	0,12	0,30	0,27	0,89	1,09	0,38	0,94	0,37	2,32	1,14	7,40	0,82	
27—40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	

* У лінічку — першоплаткови, у назоїнку — пайдорниза винікі (1988—1989 рр.).

вага профілю і шмат у чым значна залежыць ад колькасці вугляроду арганічнага рэчыва і агульнага і лёгкагідralізаванага азоту ў глебах хваёвых біягеацэнозаў.

Такім чынам, згодна з атрыманымі вынікамі, выяўлена тэндэнцыя да павелічэння ферментатыўнай актыўнасці і колькасці свабодных амінакіслот у глебах палескіх хвойнікаў пры паніжэнні іх увільгатнення; высокія вынікі біялагічнай актыўнасці хараектэрныя для стараворных глеб. Па актыўнасці гідралітычных (пратэазы, інвертазы) і аксідарэдуктазных (паліфенолаксідаза) ферментаў вызначана высокая ступень раскладання азот-, цукар- і поліфенолзмяшчальных арганічных злучэнняў у подсцілах і перагнойных гарызонтах лясных глеб. Больш інтэнсіўныя працэсы раскладання арганічнага рэчыва ў глебах імшыстых і чарнічных хвойнікаў, якія хараектарызуюцца і высокай колькасцю свабодных амінакіслот.

У параўнанні з біялагічнай актыўнасцю подсцілаў ліставых насаджэнняў Беларускага Палесся [6—8] у подсцілах хваёвых біягеацэнозаў павышаюцца ферментатыўная актыўнасць і колькасць свабодных амінакіслот, таму што хваёвыя кампаненты хваёвых подсцілаў больш багатыя на агульны азот і арганічную масу.

Summary

In the soils of Polessie (Woodland) under pine forests, there is a trend of rising the enzymic activity and free amino acid contents as they become moistened.

Літаратура

1. Юркевич И. Д., Ловчий Н. Ф., Гельтман В. С. Леса Белорусского Полесья. Минск, 1977.
2. Смоляк А. П., Петров Е. Г. Водное питание и продуктивность сосновых фитоценозов. Минск, 1978.
3. Практикум по агрохимии / Под ред. В. Г. Минеева. М., 1989.
4. Щербакова Т. А. Ферментативная активность почв и трансформация органического вещества. Минск, 1983.
5. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д. Г. Звягинцева. М., 1980.
6. Ефремов А. Л. // Почвоведение. 1987. № 6. С. 95—103.
7. Ефремов А. Л. // Экологические аспекты охраны и рационального использования биологических ресурсов. Днепропетровск, 1989. С. 59—62.
8. Ефремов А. Л. // Весці АН БССР. Сер. с.-г. навук. 1990. № 1. С. 25—29.