

С. С. МЕЛЬНИКАУ, А. Я. МАНАНКІНА, І. Б. КАДУШЫНА

## УПЛУУ ФІЗІЯЛАГІЧНА АКТЫУНЫХ РЭЧЫВАУ НА КОЛЬКАСЦЬ БІЯЛАГІЧНА КАШТОУНЫХ ЗЛУЧЭННЯУ У ГРУБЫХ РАСЛІННЫХ КАРМАХ

Яшчэ ў 1914 г. у кнізе «Спосабы ўборкі і захоўвання сена ў дажджлівае надвор'е» Н. В. Пятроў падкрэсліваў, што «задача розных спосабаў прыгатавання сена складаецца ў тым, каб спыніць раскладанне кармавых раслін і захаваць іх ад моманту ўборкі да спажывання зімой». Відавочна, што і сёння гэтая задача застаецца актуальнай.

Адразу пасля скошвання ў раслінах працягваецца працэс фотасінтэзу і ўтварэння арганічных рэчываў, аднак ужо праз некалькі гадзін раскладанне пачынае пераважаць над сінтэзам. Агульныя страты пажыўных рэчываў пры сушцы злакавых траў на полі дасягаюць не менш за 20%, бабовых — 30—35% у добрае надвор'е, а ў дажджлівае яны значна больш высокія — 50—55% [1]. Пры сушцы таксама вялікія страты бялку і карацину — найважнейшых кампанентаў корму.

Раскладанне арганічных рэчываў кармавых траў, якое пачалося ў працэсе іх высушвання, доўжыцца потым пры працяглым захоўванні кармоў у выглядзе сена, травяной мукі або сіласу, і колькасць у іх такіх каштоўных рэчываў, як бялок, вітаміны, карацін, хларафіл і да т. п., памяншаецца, што пагаршае якасць корму і выклікае неабходнасць дадатковай вітамінізацыі статка ў зімовы перыяд.

Побач з гэтым вядома, што фітагармоны групы цытакінінаў, прымаючы актыўны ўдзел у рэгуляцыі метабалізму раслінных клетак, істотна затрымліваюць развіццё ў іх працэсаў старэння, і ў тым ліку разбурэнне бялку і хларафілу [2]. Раней [3] мы паказалі, што апрацоўка раслін сінтэтычным аналагам цытакінінаў — кінетынам у канцэнтрацыі 50 мг/л перад скошваннем прыводзіць пасля высушвання раслін да павышанай у параўнанні з кантролем колькасці ў сене хларафілу і бялку, прычым на працягу ўсяго перыяду захоўвання сена. Аднак кінетын — дарагі імпартаўны прэпарат, з прычыны чаго паўстала задача знайсці больш танныя і даступныя злучэнні, якія выклікалі б аналагічны эфект і былі прыдатныя для шырокага выкарыстання.

**Матэрыялы і метады даследавання.** У 1955 г. Сцюард [4] паведаміў, што цытакінінавая актыўнасць какосавага малака, выяўленая шматлікімі даследчыкамі, абумоўлена наяўнасцю ў ім дыфенілмачавіны, і выдзе-

ліў гэтае злучэнне ў чыстым выглядзе. Пазней цытакінінавая актыўнасць была заўважана і ў некаторых іншых вытворных мачавіны, у прыватнасці ў фенілмачавіны [5]. Улічваючы, што існуе каля 40 гербіцыдаў, якія з'яўляюцца вытворнымі мачавіны [6], мы выкарысталі малыя канцэнтрацыі некаторых з іх, каб вызначыць наяўнасць цытакінінавай актыўнасці ў біятэстах на праростанне насення, павелічэнне сырой масы праросткаў, паскарэнне назапашвання пігментаў пры зеляненні этыяляваных раслін на святле. Дыметыл-(3,4-дыхлорфеніл)мачавіна (дыурон), метылметоксі-(3,4-дыхлорфеніл)мачавіна (лінурон), метылметоксі-(4-хлорфеніл)мачавіна (арэзін), дыметыл-(4-хлорфеноксіфеніл)мачавіна (тэнаран) праявілі ў біятэстах цытакінінавую актыўнасць і былі выкарыстаны намі для апрацоўкі кармавых траў. Гэтыя гербіцыды з'яўляюцца малатаксічнымі, ЛД<sub>50</sub> іх перавышае 2000 мг/кг, максімальна дапушчальны ўзровень, напрыклад, у пладах, вінаградзе і цытрусавых — 0,5 мг/кг, яны шырока ўжываюцца ў сельскагаспадарчай вытворчасці ў дозах, якія значна перавышаюць выкарыстаныя намі, прычым нават на пасавах агароднінних і лекавых раслін. Сінтэзаваны ў Інстытуце біяарганічнай хіміі АН Беларусі брасінастэроіды і створаны ва Усесаюзным навукова-даследчым інстытуце хімічных сродкаў аховы раслін препарат карталін-2 былі дадзены нам для доследаў В. А. Хрыпачом і В. Н. Жабінскім [7, 8], за што выказваем ім шчырую ўдзячнасць.

Брасінастэроіды, якія з'яўляюцца новым класам фізіялагічна актыўных злучэнняў, пры апрацоўцы імі насення і раслін у час іх вегетацыі выклікаюць разнастайныя морфафізіялагічныя рэакцыі і гаспадарчыя эфекты, якія інтэнсіўна вывучаюцца ў апошні час [9]. Умацоўваецца ўяўленне, што гэтыя рэчывы індукуюць сінтэз спецыфічных бялкоў, якія садзейнічаюць пераадоленню цеплавога і салявога стрэсаў, аднак найбольш адметнай іх асаблівасцю з'яўляецца здольнасць змяняць гарманальны статус расліны, уплываючы на колькасны і якасны склад іншых фітагармонаў: цытакінінаў, гіберэлінаў, абсцызавай кіслаты. Відаць, менавіта ў выніку гэтай акалічнасці апрацоўка раслін брасінастэроідамі выклікае пэўныя эфекты, характэрныя для цытакінінаў. Для апрацоўкі кармавых траў перад скошваннем мы ўжывалі растворы двух брасінастэроідаў — эпібрасіналіду (БР<sub>55</sub>) і кастастэрону (БР<sub>214</sub>).

Карталін-2 вырабляецца ў выглядзе 20%-нага канцэнтрату эмульсіі і атрымаў дазвол для выкарыстання на пасавах збожжавых у якасці прэпарата, які павышае ўстойлівасць раслін да засухі. Дыметылсульфаксід (ДМСА) быў даследаваны намі для апрацоўкі траў, паколькі існуюць даныя, што ён выклікае істотныя змены азотнага абмену раслін, інгібіруючы актыўнасць гідралітычных ферментаў—нуклеаз і пратэаз [10] і тым самым павялічваючы адносную колькасць бялку і нуклеінавых кіслот у апрацаваных раслінах.

Такім чынам, у гэтай працы мы прыводзім вынікі апрацоўкі злакавых і бабовых раслін перад скошваннем растворамі рэчываў, якія або валодаюць цытакінінавай актыўнасцю (кінетын, фенілмачавіна, дыфенілмачавіна), або ўмоўна маюць здольнасць яе праяўляць (брасінастэроіды, карталін-2, мачавінныя гербіцыды, ДМСА).

Апрацоўку траў рабілі ў лугапашавай гаспадарцы БелНДІ жывёлагадоўлі (г. Жодзіна Мінскай вобласці) на меліяраваным і залужаным участку. Уліковыя дзялянкі памерам 1 м<sup>2</sup> за 1,5 гадз да скошвання раслін апырсквалі воднымі растворамі даследных рэчываў розных канцэнтрацый з нормай расходу 150 мл/м<sup>2</sup> з дапамогай ручнога апырсквальніка. У лабараторных доследах апрацоўвалі злакавыя і бабовыя расліны, якія выраслі або на зямлі да 3—4-тыднёвага ўзросту, або на вадзе ў выглядзе праросткаў ва ўзросце 7—10 дзён. У лабараторных і палявых умовах зрэзаныя расліны сушылі на паветры на працягу некалькіх дзён да пастаяннай мінімальнай вільготнасці. Высушанае сена захоўвалі ў лабараторы ў папяровых пакетах. Колькасць бялку, хларафілу і караціноідаў у высушаных раслінах вызначалі адразу пасля высушвання, а затым

праз 3, 6 і 9 мес захоўвання. Сена для аналізу здрабнялі на лабараторным млыне ЭМ-3а і ўзважаную колькасць матэрыялу расціралі ў ступцы з пяском і вадкім азотам. Хларафіл і караціноіды выдзялялі 95%-ным ацэтанам і разлічвалі іх колькасці па [11]. Колькасць бялку вызначалі па метадазе Лоуры [12]. У розных доследах апрацоўвалі 8 відаў злакавых і 6 відаў бабовых раслін: купкоўку зборную, каласоўнік безасцюковы, ячмень, авёс, жыта азімае, кукурузу, трыцкале яравое, канюшыну лугавую, канюшыну белую, люцэрну, гарох, лубін, фасолу.

У працы пададзены даныя лабараторных доследаў з ячменем, аўсом, пшаніцай, фасоляй, кукурузай і палявых — з купкоўкай зборнай, бабова-злакавай сумессю, каласоўнікам безасцюковым і люцэрнай. Аналагічныя вынікі, не пададзеныя ў табліцах, атрыманы для іншых раслін. Дамінуючымі відамі раслін бабова-злакавай сумесі, апрацаванай у палявых умовах, былі канюшына белая і купкоўка зборная.

Некаторыя з рэчываў, выкарыстаных намі для апрацоўкі раслін, не раствараюцца ў вадзе, з прычыны чаго іх папярэдне растваралі ў мінімальнай колькасці этанолу, а потым у вадзе. Для кожнага варыянта апрацоўкі колькасць бялку, караціноідаў і хларафілу вызначалі ў трох паўторнасцях. Даныя па колькасці гэтых рэчываў пададзены ў табл. 1, 2 у працэнтах ад кантролю (апрацоўка вадой).

**Вынікі даследаванняў і іх абмеркаванне.** Атрыманыя за тры гады доследаў вынікі пададзены ў табл. 1 (лабараторныя ўмовы) і табл. 2 (палявыя). Адзначаныя канцэнтрацыі дзеючых рэчываў былі апымальнымі і выклікалі найбольшы эффект стабілізацыі біяхімічнага саставу высушаных раслін. Іншыя канцэнтрацыі выклікалі меншы станоўчы эффект, а часам і адмоўны, прыводзячы да меншай у параўнанні з кантролем колькасці хларафілу, караціноідаў і бялку. З табліц вынікае, што ўсе выкарыстаныя рэчывы ў той або іншай ступені робяць стабілізуючае ўздзеянне на захаванасць хларафілу, караціноідаў і бялку ў высушаных раслінах, прычым пры павелічэнні тэрміну захоўвання розніца ў колькасці іх у кантрольных і доследных раслінах нават павялічваецца за кошт меншай хуткасці раскладання рэчываў у доследных раслінах у параўнанні з кантрольнымі ў перыяд захоўвання. У асобных доследах было вызначана, што апрацаваныя карталінам расліны каласоўніку безасцюковага пасля захоўвання на працягу 1,5 года змяшчалі хларафілу больш на 35%, караціноідаў — на 17 і бялку — на 27%, а апрацаваныя кінетынам расліны ячменю пасля захоўвання на працягу 2,5 года мелі хларафілу на 247, караціноідаў — на 135 і бялку — на 11% больш, чым у кантролі. У іншых доследах паказана, што пасля 9 мес захоўвання сена з купкоўкі зборнай, апрацаванай дыфенілмачавінай або брасіна-стэроідамі, у раслінах у параўнанні з кантролем была больш высокая колькасць β-караціну, агульнага азоту і пратэіну, цукраў, амінакіслот — лізіну, гістыдыну, аргініну, трэяніну, аланіну, метыяніну, лейцыну, іза-лейцыну, фенілаланіну (аналізы выкананы ў БелНДІ жывёлагадоўлі).

З табліц таксама відаць, што нават у тых выпадках, калі апрацоўка раслін выклікала памяншэнне колькасці караціноідаў і бялку ў параўнанні з кантролем, пасля захоўвання сена на працягу некалькіх месяцаў доследныя расліны пераўзыходзілі кантрольныя па колькасці гэтых рэчываў. Добра прыкметная таксама відавая спецыфічнасць рэакцыі на апрацоўку: аднолькавыя канцэнтрацыі дзеючага агента выклікалі ў розных відаў раслін розны эффект стабілізацыі біяхімічнага саставу. Асабліва прыкметна гэта ў лабараторных доследах з дыуронам: у той час як апрацоўка ячменю выклікала істотнае павелічэнне колькасці хларафілу, караціноідаў і бялку ў высушаных раслінах, расліны аўса заставаліся мала адчувальнымі да такой апрацоўкі. У палявых умовах найбольш пераканаўчыя вынікі атрыманы для купкоўкі зборнай і каласоўніку безасцюковага, якія шырока выкарыстоўваюцца для корму, а таксама для бабова-злакавай травасумесі.

Вядома [13], што гербіцыды, якія інгібіруюць фотасінтэтычны транс-

парт электронаў на ўзроўні фотасістэмы II (у тым ліку і выкарыстаныя намі вытворныя мачавіны — дыурон, тэнаран, лінурон, арэзін), у сублятальных канцэнтрацыях выклікаюць разнастайныя фізіялагічныя эфекты (павелічэнне паглынання і канцэнтрацыі нітрату, актыўнасці нітратрэдуктазы, а таксама колькасці растваральных амінакіслот і хларафілу), аднак гэтыя даныя атрыманы на раслінах *in vivo*, а нашы — на апрацаваных, зрэзаных і высушаных, прычым самым важным вызначаным фактарам з'яўляецца павелічэнне розніцы ў колькасці бялку, хларафілу і караціноідаў у апрацаваных і кантрольных раслін пры захоўванні.

Палявыя доследы, як звычайна, даволі істотна залежаць ад вялікай зменлівасці знешніх умоў і з прычыны гэтага характарызуюцца нізкай узнаўляльнасцю, аднак тэндэнцыя да большай стабілізацыі біяхімічнага

Табліца 1. Колькасць хларафілу, караціноідаў і бялку ў раслінах, апрацаваных перад скошваннем растворамі фізіялагічна актыўных рэчываў (лабараторныя доследы)

Варыянт апрацоўкі	Колькасць доследаў	Адразу пасля высушвання			Праз 6 мес захоўвання		
		хларафілы a+b	караціноіды	бялок	хларафілы a+b	караціноіды	бялок
<i>Ячмень</i>							
Фенілмачавіна	8	129+4	137+5	119+2	131+5	135+3	118+3
Кінетын	5	142+3	134+3	115+3	147+5	138+3	116+5
Дыфенілмачавіна	8	125+2	117+2	111+3	128+4	119+2	115+3
Тэнаран	3	123+3	106+2	108+2	126+3	107+2	109+3
Лінурон	5	129+4	127+3	113+3	129+2	128+4	115+4
Дыурон	3	136+5	111+3	112+4	139+3	115+3	117+3
Арэзін	5	142+4	124+2	117+3	145+5	128+5	119+4
Карталін	5	139+5	129+5	111+2	148+6	135+3	115+3
БР <sub>55</sub>	2	139+7	108+3	104+2	143+5	112+4	106+3
ДМСА	2	105+2	107+4	106+5	109+3	108+3	107+4
<i>Авіс</i>							
Арэзін	5	144+5	126+6	109+3	147+7	129+5	110+4
Лінурон	3	107+2	103+2	102+2	109+3	105+2	105+1
Дыурон	3	90+4	97+4	99+3	99+6	101+3	104+2
Фенілмачавіна	5	121+5	109+3	107+2	129+4	118+5	109+3
Дыфенілмачавіна	6	123+4	113+2	128+5	135+5	120+5	124+4
Карталін	9	120+6	114+5	115+3	127+5	119+2	117+2
БР <sub>55</sub>	3	140+4	136+5	96+4	142+5	139+4	105+4
ДМСА	3	121+2	108+1	106+3	132+3	121+3	110+4
<i>Пшаніца</i>							
Тэнаран	3	111+2	104+1	109+3	115+3	107+2	110+3
Дыурон	3	119+3	103+1	114+4	125+4	105+2	115+3
Лінурон	3	107+2	96+3	109+3	109+3	101+2	113+3
Арэзін	3	102+1	94+4	111+2	109+2	101+2	113+3
<i>Фасоля</i>							
Дыфенілмачавіна	3	148+5	143+3	125+2	149+4	146+5	127+3
Арэзін	3	118+3	119+2	106+1	125+3	122+1	109+2
Карталін	3	123+4	113+5	109+2	129+3	117+2	111+3
БР <sub>55</sub>	3	111+1	109+3	109+2	119+2	115+3	110+2
БР <sub>214</sub>	3	118+2	123+3	89+5	123+1	125+4	99+5
<i>Кукуруза</i>							
Дыфенілмачавіна	2	117+3	133+5	121+3	121+2	135+3	128+2

З а ў в а г а. Канцэнтрацыя даследаваных раствораў (мг/л): кінетын — 50, фенілмачавіна — 100, дыфенілмачавіна — 150, арэзін — 150, лінурон — 150, дыурон — 150, тэнаран — 150, карталін — 150; брасінастэроіды —  $10^{-7}$  М, дыметылсульфаксід — 0,1%. У якасці кантролю выкарыстоўвалася вада, прынятая за 100%.

Табліца 2. Колькасць хларафілу, караціноідаў і бялку ў раслінах, апрацаваных перад скошваннем растворамі фізіялагічна актыўных рэчываў (палявыя доследы)

Варыянт апрацоўкі	Колькасць доследаў	Адразу пасля высушвання			Праз 3 мес захоўвання			Праз 6 або 9 (куп- коўка зборная) мес захоўвання		
		хларафілы a+b	караці- ноіды	бялок	хлара- філы a+b	караці- ноіды	бялок	хлара- філы a+b	караці- ноіды	бялок

*Купкоўка зборная*

Фенілмачавіна	2	141+7	127+2	117+2	145+3	131+4	119+3	151+7	137+5	125+4
Дыфенілмачавіна	2	140+5	139+6	110+3	142+7	146+6	112+4	134+6	119+3	131+4
Лінурон	2	137+5	132+3	107+3	129+4	123+6	107+3	142+5	142+3	124+2
БР <sub>214</sub>	2	126+4	117+4	114+3	133+5	128+6	119+4	168+7	171+8	128+3
БР <sub>55</sub>	2	139+6	133+6	117+4	123+3	114+2	121+3	146+7	135+5	123+2
ДМСА	2	132+5	121+4	112+2	131+6	128+5	113+2	157+8	161+5	140+5

*Бабова-злакавая сумесь*

Фенілмачавіна	4	116+5	102+3	104+3	117+4	103+1	114+4	142+7	129+6	118+3
Карталін	4	117+6	118+5	116+5	118+5	119+6	117+3	150+8	128+6	118+3
БР <sub>55</sub>	3	115+4	110+3	107+3	106+4	108+5	105+2	108+3	108+4	103+2

*Каласойнік безасцоковы*

Карталін	3	107+1	113+2	107+2	149+3	137+4	120+4	139+3	123+2	113+2
Фенілмачавіна	3	118+3	119+4	108+2						

*Люцэрна*

Фенілмачавіна	2	103+1	102+2	103+1						
---------------	---	-------	-------	-------	--	--	--	--	--	--

За ўвага. Канцэнтрацыі даследаваных раствораў такія ж, як і ў табл. 1.

саставу раслін у выніку апрацоўкі прасочваецца выразна для розных відаў раслін і варыянтаў апрацоўкі.

Такім чынам, для павелічэння пажыўнай каштоўнасці грубых раслінных кармоў можна рэкамендаваць спосаб нарыхтоўкі сена, які складаецца ў аднаразовай апрацоўцы злакавых траў і бабова-злакавай травасумесі перад скошваннем воднымі растворамі тэнарану, лінуруну, арэзіну [14], фенілмачавіны, карталіну з канцэнтрацыяй 100—200 мг/л, брасінастэроідамі  $10^{-7}$  М і ДМСА ў канцэнтрацыі 0,1% пры норме расходу рабочага раствора 1200—1500 л/га.

**Summary**

The treatment of various agricultural plants with biologically active substances results in increasing the contents of chlorophyll, carotenoids and protein after their mowing out and drying.

**Літаратура**

1. Терпиловский К. Ф., Иоффе В. Б. Беседы о кормах. Мн., 1987.
2. Richmond A. A., Lang A. // Science. 1957. Vol. 125, N 3249. P. 650—651.
3. А. с. 1586663 (СССР) // Бюл. изобрет. 1990. № 31.
4. Shantz E. M., Steward F. C. // J. Amer. Chem. Soc. 1955. Vol. 77, N 23. P. 6351—6353.
5. Кулаева О. Н. Цитокинины, их структура и функция. М., 1973.
6. Мельников Н. Н. // Пестициды. М., 1987.
7. Хрипач В. А., Лахвич Ф. А., Жабинский В. Н. // Брассиностероиды. Мн., 1993.
8. Баскаков Ю. А. // Агрохимия. 1988. № 4. С. 103—105.
9. Тез. докл. 2-го Совещания по брассиностероидам. Мн., 1991.
10. Канделинская О. Л. // Изменение метаболизма белка семян люпина под действием диметилсульфоксида и его композиции с брассиностероидами: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Мн., 1989.
11. Шлык А. А. // Биохимия. 1968. Т. 33. № 2. С. 275—285.
12. Lowry O. H. et al. // J. Biol. Chem. 1951. Vol. 193, N 1. P. 265—275.
13. Федтке К. Биохимия и физиология действия гербицидов. М., 1985.
14. Мельников С. С., Мананкина Е. Е. Способ заготовки сена: Пат. № 1771415 // Бюл. изобрет. 1992. № 39.