

М. С. КУПЦОЎ, Т. П. МИРОНАВА

ЗАКАНАМЕРНАСЦІ ЗМЯНЕННЯ АЛҚАЛОІДНАГА КОМПЛЕКСУ ВУЗКАЛІСЦЕВАГА ЛУБІНУ Ў ПРАЦЭСЕ СЕЛЕКЦЫІ НА ҚАРМАВЫЯ ВАРТАСЦІ

Адна з найболыш важных задач у галіне селекцыі бабовых — павышэнне ператраўляльнасці прадуктаў, якія атрымліваюцца з насення, выдаленне з іх, наколькі магчыма, антыметабалічных і таксічных кампанейтаў [1].

Кармавыя якасці лубіну і атрыманых з яго прадуктаў непасрэдна абумоўлены наяўнасцю ў ім алкалоідаў [2—7]. Выяўлена [4, 8, 9], што ў асноўных культивуемых відаў лубіну (вузкалісцевы, жоўты, белы) назапашваюцца як высокатаксічныя алкалоіды (люпанін, люпінін, спартэін), так і нізкатаксічныя (грамін, ангустыфалін, гідраксілюпа-

нін). Акрамя таго, паказана [10, 11], што, чым больш алкалоідны лубін, тым багацейшы па колькасным складзе яго алкалоідны комплекс. У сувязі з гэтым скормліванне лубіну без уліку алкалоіднасці можа паніжаць ператраўляльнасць корму, а ў некаторых жывёлін (буйной рагатай жывёлы, свіней) іншы раз выклікаць фізілагічныя парушэнні [2—13].

Толькі авечкі, козы і трусы здольны з'ядыць горкі лубін без шкоды для свайго арганізма і якасці прадукцыі [2—13]. Іншым відам жывёлін таксама можна скормліваць горкі лубін [3, 7], але толькі ў такой колькасці, каб сутачны рацыён не змяшчаў у сабе больш за 1 г алкалоідаў, што зусім няшкодна для здароўя жывёлін і не ўпłyвае негатыўна на якасць жывёлаводчай прадукцыі. Пры гэтым норма ўключэння ў састаў камбікорму насення горкіх сартоў лубіну, якія змяшчаюць 0,4—3,2% алкалоідаў, вагаецца ад 8 да 1%. Такія малыя нормы ўключэння насення лубіну ў камбікорм не забяспечваюць яго збалансаванасць па страйным пратэіне, што ўскладняе выкарыстанне горкіх сартоў для кармавых мэт у якасці высокабялковай дабаўкі.

Цяпер вызначана мяжа колькасці алкалоідаў у насенні салодкіх сартоў лубіну: 0,3% для кармавых і 0,02% для харчовых [2—6]. Аднак колькасць алкалоідаў у лубіне можа крыху (у 2—3 разы) павышацца ва ўмовах засушлівага надвор'я, недастатковай асветленасці, пры неахаванні патрабаванняў агратэхнікі [2—4, 13]. У такіх неспрыяльных умовах у кармавых формаў, якія ў звычайных умовах назапашваюць у насенні 0,2—0,3% алкалоідаў, колькасць апошніх можа дасягаць 1%, што ўскладняе іх выкарыстанне ў кармавых мэтах (біяхімічны анализ і разлік бяспходнай нормы ўключэння лубіну ў рацыён). У сувязі з гэтым селекцыянеры выводзяць у асноўным кармавыя сарты з колькасцю алкалоідаў у насенні менш за 0,1%, а харчовыя — менш за 0,02% [6, 14—17].

У насенні такіх сартоў колькасць алкалоідаў у кожных неспрыяльных умовах не перавышае мяжу кармавых уласцівасцяў (0,3%), а тым больш не дасягае ўздоўжні горкіх формаў (0,4—3,2%). У сувязі з гэтым норма ўключэння ў камбікорм насення салодкіх сартоў лубіну, якія змяшчаюць мінімум алкалоідаў (0,1% і менш), вызначаецца не ступенню іх алкалоіднасці, а неабходнасцю збалансавання сутачнага рацыёну па страйным пратэіне і вагаецца ад 20 да 50% і адпаведна забяспечвае наяўнасць страйнага пратэіну ў 1 к. адз. камбікорму ў колькасці 110—160 г [16, 17].

Трэба адзначыць, што звесткі пра змененне алкалоіднага комплексу ў працэсе селекцыі кармавых сартоў нешматлікія [10—13]. Адзначана [10], што, чым менш алкалоідныя сарты лубіну, тым меншая колькасць асобых алкалоідаў уваходзіць у састаў яго комплексу. Адзначаецца [12], што ў малаалкалоіднага вузкалісцевага лубіну адсутнічаюць звычайнія для горкіх і дзікарослых формаў падобныя да люпаніну алкалоіды, але сустракаецца новы алкалоід. Акрамя таго, у льналісцевага лубіну, які марфалагічна блізкі да вузкалісцевага, побач з таксічным алкалоідам люпанінам шмат і нізкатаксічнага алкалоіду гідраксілюпаніну. Паказана [12], што розныя генетычныя фактары нізкай алкалоіднасці не толькі па-рознаму абмяжоўваюць колькасць алкалоідаў, але і па-рознаму ўпłyваюць на састаў алкалоіднага комплексу.

У сувязі з тым што ў апошнія гады для павышэння патэнцыялу прадукцыйнасці і адаптыўнасці кармавых сартоў вузкалісцевага лубіну селекцыянеры шырока выкарыстоўваюць дзікія формы, у тым ліку і льналісцевы лубін, вельмі неабходныя далейшыя даследаванні алкалоіднага комплексу новага селекцыйнага матэрываю і новых сартоў.

У нашым артыкуле выкладаюцца некаторыя вынікі ўласных біяхімічных і генетычных даследаванняў колькасці алкалоідаў, саставу алкалоіднага комплексу дзікарослых і кармавых формаў вузкалісцевага лубіну.

Матэрыял і методыка. Вывучалі насенне дзікарослых формаў, кармавых сартоў, узороў, а таксама гібрыдаў першага і другога пакаленняў вузкалісцевага лубіну. Методыка даследаванняў прыведзена ў [4, 8, 9].

Вынікі даследаванняў іх абмеркаванне. Генеалагічны і генетычны аналізы выявілі ў вузкалісцевага лубіну блок нармальных (дзікіх) генаў, якія кантралююць высокаалкалоіднасць, а таксама чатыры мутантныя рэцесіўныя гены, што паніжаюць узровень алкалоіднасці ў насенні. Мы прапаноўваем наступную схему абазначэння генаў алкалоіднасці (табл. 1). Так, блок нармальных генаў змяшчаюць дзікарослую форму вузкалісцевага лубіну (ДВ2, Апендрылон, ДБГ-2 і інш.) з высокім узроўнем алкалоіднасці (каля 2%). Некаторыя горкія формы (Кучны, Глат, МСА-1,2 і інш.) насыць у сваім генатыпе мутантныя рэцесіўныя гены (alc1, alc2, alc3, alc4), якія паніжае алкалоіднасць да 1,2%. Кармавыя сарты і ўзоры маюць у сваіх генатыпах або асобныя мутантныя гены (alc2, alc3, alc4) нізкай алкалоіднасці (0,3, 0,2 і 0,12% адпаведна), або рэкамбінацыі двух-чатырох мутантных рэцесіўных генаў, якія сумесна амаль цалкам блакіруюць сінтез алкалоідаў (менш за 0,1%).

Абапіраючыся на ўласныя шматгадовыя даныя па алкалоіднасці і кармавых якасцях насення [8, 9], а таксама выкарыстоўваючы звесткі іншых даследчыкаў [2—7, 18], мы распрацавалі класіфікацыю вузкалісцевага лубіну па генетычным узроўні алкалоіднасці (ГУА). Гэтая класіфікацыя (табл. 2) у залежнасці ад колькасці алкалоідаў дазваляе дыферэнцыраваць вывучаючы матэрыял лубіну на сем класаў, што шырока выкарыстоўваецца намі ў практычнай селекцыі. Трэба адзначыць,

Таблица 1. Сістэма абазначэнняў генаў алкалоіднасці вузкалісцевага лубіну

Сімвал алелю	Назва алелю	Кантралюемая прыкмета: колькасць алкалоідаў (с. а.)	Тыповая лінія
Alc1, Alc2, Alc3, Alc4	Alkaloid content 1, 2, 3, 4	блок дзікіх генаў забяспечвае с. а. звыш 2%	БДТ—2
alc1—Alc1	Alkaloid content 1	мутантны ген забяспечвае с. а. да 1,2%	MCA—1,2
alc2—Alc2	Alkaloid content 2	мутантны ген забяспечвае с. а. да 0,3%	MCA—0,3
alc3—Alc3	Alkaloid content 3	мутантны ген забяспечвае с. а. да 0,2%	MCA—0,2
alc4—Alc4	Alkaloid content 4	мутантны ген забяспечвае с. а. да 0,12%	MCA—0,12
alc1, alc2, alc3, alc4	Alkaloid content 1, 2, 3, 4	блок мутантных генаў забяспечвае с. а. 0,02% і менш	РСА—0,02

Таблица 2. Класіфікацыя вузкалісцевага лубіну па генетычным узроўні алкалоіднасці (ГУА) у залежнасці ад колькасці алкалоідаў

Клас генетычнага узроўню алкалоіднасці	Колькасць алкалоідаў у насенні, %	Ступень чырвоно- ружковага афарбоўван- ня насення ў рак- тыве Бухарда	Норма ўключэння лубіну ў корм, %	Тыповая лінія, сорт
скарочаная назва	поўная назва			
XЧ	Харчовыя	0,02 і менш	адсутнічае	звыш 50
K-50	Кармавыя 50	0,021—0,05	вельмі слабае	звыш 50
K-30	Кармавыя 30	0,06—0,1	слабае	50—30
K-10	Кармавыя 10	0,11—0,3	моцнае	29—10
НА	Нізкаалкалоідныя	0,31—0,7	вельмі моцнае	9—4,3
СА	Сярэднеалкалоідныя	0,8—1,6	з рэдкім асадкам	4,2—1,9
ВА	Высокаалкалоідныя	1,7—2,2 і больш	вельмі моцнае з густым асадкам	1,8—1,3 і менш

Та б л і ц а 3. Колькасць алкалоідаў у насенні вузкалісцевага лубіну, % (1987—1989 гг.)

Сорт, узор	Колькасць алкалоідаў у насенні, %				
	ангустыфалін	люпанін	гідраксілю- панін	<i>x</i> -алкалоід	сумарная
<i>Дзікарослыя формы</i>					
Іржавы	0,919	0,119	0,667	0,260	1,965
Бсур	0,903	1,130	0,673	0,260	1,966
Ільналісцевы	1,346	0,479	0,171	0	1,966
Апэндрылон	0,505	1,169	0,298	0	1,972
Хінаеса	0,525	1,246	0,248	0	1,997
Дзікі В2	0,565	1,201	0,226	0	1,992
Кучны	0	0,718	0,433	0	1,151
<i>Старыя сарты</i>					
Сіні 1	0,036	0,156	0,025	0	0,217
Беларускі 155	0,050	0,227	0,035	0	0,312
Паўночны 3	0,007	0,030	0,006	0	0,043
Ігніс	0,030	0,113	0,019	0	0,161
Эмір	0,008	0,040	0,006	0	0,054
Унікрап	0,027	0,117	0,017	0	0,161
Нямчынаўскі 846	0	0,032	0	0	0,032
<i>Новыя сарты</i>					
Рэзерв	0	0,094	0,015	0	0,109
Шч-КС	0	0,016	0,011	0	0,027
Мітан	0	0,009	0,004	0	0,013
К-10	0	0,011	0,003	0	0,014
К-11	0	0,013	0,004	0	0,017
ХЧ-2	0	0,026	0,009	0	0,035
Гелена	0	0,034	0,014	0	0,048
Натальеўскі 1	0	0,064	0	0	0,064
Натальеўскі 5	0	0,058	0	0	0,058
Данка	0	0,061	0	0	0,061
Сілена	0	0,048	0	0	0,048
Міртан	0	0,054	0	0	0,054
Тамір	0	0,055	0	0	0,055
Д1-БНР-БМО	0	0,032	0	0	0,032
Харчовы 1	0	0,010	0	0	0,010
Харчовы 3	0	0,012	0	0	0,012

што харчовыя сарты лубіну ствараюцца намі на базе селекцыйнага матэрыва з ГУА ХЧ (0,02% і менш алкалоідаў), а кармавыя сарты — з ГУА К30 і К50 (0,1% і менш алкалоідаў).

Храматаграфічны аналіз алкалоіднага комплексу насення новых і старых сартоў, узору, дзікаросльных формаў вузкалісцевага лубіну выявіў у яго чатыры алкалоіды: ангустыфалін, люпанін, гідраксілюпанін, *x*-алкалоід (табл. 3, 4). Неабходна падкрэсліць, што *x*-алкалоід спачатку выяўлены намі ў дзікаросльных формах з ніzkатаксічным алкалоідным комплексам (Іржавы, Бсур). Гэты алкалоід рухаецца на храматаграмах больш марудна за гідраксілюпанін, і намі не ідэнтыфікаваны. Сумарная колькасць алкалоідаў у формах з ніzkатаксічным алкалоідным комплексам вагаецца па гадах (1987—1989) у межах 1,9—2,0%. Пры гэтых колькасцях *x*-алкалоіду знаходзіцца ў межах 0,19—0,32%, гідраксілюпаніну — 0,08—0,16, ангустыфаліну — 0,81—1,06%. Напэўна, у гэтых формах у алкалоідным комплексе пераважае ніzkатаксічны алкалоід ангустыфалін. У дзікаросльных формах з высокатаксічным алкалоідным комплексам (ДВ2, Апэндрылон, Ільналісцевы, Кучны і інш.) сумарная колькасць алкалоідаў па гадах вагаецца ў межах 1,1—2,1%, у прыватнасці колькасць гідраксілюпаніну — у межах 0,16—0,45%, люпаніну — 0,44—1,30, ангустыфаліну — 0,47—1,35%. У алкалоідным комплексе такіх формаў дамінуе люпанін — найбольш таксічны алкалоід.

Некаторыя кармавыя формы (Сіні 1, Беларускі 155, Паўночны 3, Ігніс, Эмір, Унікрап і інш.) змяшчаюць трох алкалоіды (ангустыфалін, люпанін, гідраксілюпанін). У гэтых кармавых формах сумарная колькасць алкалоідаў вагаеца па гадах у межах 0,03—0,38%, у прыватнасці ангустыфаліну — у межах 0,001—0,058%, люпаніну — 0,03—0,29, гідраксілюпаніну — 0,01—0,04%. Некаторыя кармавыя сарты і ўзоры (Гелена, Харчовы 2, к10, к11, Шч-КС, Мітан і інш.) змяшчаюць у насенні два алкалоіды (люпанін, гідраксілюпанін). Сумарная колькасць алкалоідаў у такіх кармавых формах вагаеца па гадах у межах 0,01—0,08%. Пры гэтым колькасць люпаніну вагаеца ў межах 0,007—0,053, гідраксілюпаніну — 0,003—0,027%. З выкладзенага вынікае, што ў абодвух тыпах кармавых сартоў у алкалоідным комплексе таксама пераважае алкалоід люпанін.

Частка кармавых сартоў і ўзороў змяшчае ў насенні толькі адзін алкалоід (люпанін), колькасць якога па гадах вагаеца ў межах 0,008—0,074%. Да гэтай групы сартоў належаць наступныя: Данка, Сілена, Міртан, Цімір, Натальеўскі 1, Натальеўскі 5, Харчовы 3, Харчовы 1, Д1-БНР-БМО і інш. Неабходна падкрэсліць, што ва ўсіх выпадках, калі алкалоідны комплекс складаецца з аднаго кампанента, апошні з'яўляеца толькі люпанінам.

Такім чынам, чым ніжэйшы ўзровень алкалоіднасці ўзору, tym меншая колькасць асобных алкалоідаў уваходзіць у састаў алкалоіднага комплексу. У алкалоідным комплексе большасці горкіх і кармавых формаў дамінуе люпанін.

Пры гібрыдызацыі кармавых сартоў і ўзороў з дзікарослымі формамі ў першым пакаленні дамінуе высокаалкалоіднасць, а ў другім назіраецца расчапленне ў наступных супадносінах: трох высокаалкалоідныя формы: адна нізкаалкалоідная.

Пры гібрыдызацыі паміж сабой кармавых сартоў, якія нясуть розныя мутантныя гены нізкой алкалоіднасці (Беларускі 155×ХЧ2 і інш.), у першым пакаленні ў выніку камплементарнага ўзаемадзеяння генаў

Таблица 4. Колькасць алкалоідаў у насенні гібрыдаў першага пакалення вузкалісцевага лубіну, %

Гібрыдныя камбінацыі F ₁	Колькасць алкалоідаў у насенні, %				
	ангустыфалін	люпанін	гідраксілюпанін	x-алкалоід	сумарная
Данка × Иржавы	0,860	0,161	0,630	0,318	1,969
Данка × Бсур	0,850	0,138	0,720	0,277	1,985
Иржавы × Унікрап	0,855	0,164	0,629	0,312	1,960
Иржавы × Апендрывон	0,510	1,190	0,251	0,152	2,103
Иржавы × Ільналісцевы	1,290	0,500	0,242	0,135	2,167
Иржавы × Бсур	0,865	0,165	0,630	0,320	1,980
Иржавы × Кучны	0,458	1,142	0,235	0,128	1,963
Иржавы × ХЧ 2	0,870	0,167	0,630	0,310	1,977
Данка × Ільналісцевы	1,249	0,495	0,255	0	1,999
Данка × Апендрывон	0,490	1,190	0,292	0	1,972
Данка × Натальеўскі 5	0	0,071	0	0	0,071
Данка × Міртан	0	0,066	0	0	0,066
Данка × Унікрап	0,012	0,048	0,005	0	0,065
Натальеўскі 5 × Унікрап	0,015	0,055	0,009	0	0,139
Ільналісцевы × Унікрап	1,360	0,475	0,167	0	2,002
Данка × Кучны	0	0,765	0,450	0	1,215
ДВК × ХЧ 2	0,550	1,340	0,235	0	2,125
Беларускі 155 × ХЧ 2	0,470	1,150	0,227	0	1,847
Беларускі 155 × Харчовы 1	0,495	1,175	0,198	0	1,868
Беларускі 155 × Унікрап	0,480	1,250	0,195	0	1,925
Шч-КС × К-10	0	0,029	0,008	0	0,037
Шч-КС × Харчовы 1	0	0,022	0,009	0	0,031
Шч-КС × Унікрап	0,015	0,052	0,012	0	0,079
ХЧ 2 × Харчовы 1	0	0,033	0,011	0	0,044

аднаўляеца высокая алкалоіднасць, а ў другім — назіраеца расшапленне ў судносінах дзвеяць высокаалкалоідных: сем нізкаалкалоідных формаў. Сярод апошніх мы мэтанакіравана з дапамогай метадаў напаўколькаснага і колькаснага аналізаў вылучаем рэкамбінантныя генатыпы, якія нясуць у сабе два мутантныя гены нізкай алкалоіднасці і змяшчаюць вельмі мала алкалоідаў (менш за 1%). Пры гібрыдызацыі паміж сабой формаў з адноўкаўымі генамі нізкай алкалоіднасці (Данка×Селена і інш.) атрымліваюцца толькі кармавыя гібрыды з узроўнем алкалоіднасці, блізкім да бацькоў.

Храматаграфічны аналіз гібрыдаў першага пакалення вузкалісцевага лубіну і іх бацькоўскіх формаў паказаў, што колькасць асобных алкалоідаў у гібрыдаў заўсёды такая ж, як у бацькоўскага сорту з большай іх колькасцю (табл. 3, 4). Так, у алкалоідным комплексе гібрыдаў першага пакалення ад скрыжавання дзікарослых формаў з ніzkатаксічным алкалоідным комплексам з такім жа формамі з высокатаксічным комплексам (Іржавы×Апендрывон і інш.) адзначаюцца чатыры алкалоіды, харэктэрны для формы Ржавы, але працэнтныя суадносіны асобных алкалоідаў адхіляюцца ў бок высокатаксічнага комплексу з пераважаннем у ім люпаніну.

Трэба мець на ўвазе, што ў гібрыдаў ад скрыжавання неалельных мутантаў (Беларускі 155×ХЧ2 і інш.) адбываеца аднаўленне высокай алкалоіднасці (каля 1,85%). Такое аднаўленне ў першым пакаленні гэтых гібрыдаў ажыццяўляеца за кошт павелічэння працэнтнай колькасці ўсіх алкалоідаў (ангустыралін — 0,49%, люпанін — 1,14, гідраксілюпанін — 0,22%), аднак доля люпаніну пераважае. Пры гэтым побач з павышэннем сумы алкалоідаў у насенні першага гібрыднага пакалення ў парыўнанні з бацькоўскімі формамі адбываеца частковое пераразмеркаванне асобных кампанентаў алкалоіднага комплексу, аднак якасны іх састаў не змяняеца ў парыўнанні з алкалоідамі зыходных сартоў. Гэта пацвярджаеца і храматаграфічным аналізам патомства гібрыдаў (ліній трэцяга пакалення). Так, лініі трэцяга пакалення гібрыда Данка×Іржавы ў суме змяшчаюць тых жа чатыры алкалоіды, як і іх бацькоўскія формы. Лініі трэцяга пакалення гібрыда ШЧ-КС×ХЧ2 у суме складаюць тых жа два алкалоіды (гідраксілюпанін і люпанін), як і іх бацькоўскія формы. Усе лініі трэцяга пакалення гібрыда Данка×Міртан змяшчаюць толькі адзін алкалоід — люпанін, які харэктэрны для абодвух бацькоў.

Выкладзеная даная па харэктары спадкаемнасці алкалоіднага комплексу вузкалісцевага лубіну даюць падставу зрабіць вывад аб практычнай магчымасці выявідання кармавых сартоў з высокай колькасцю ў расліне і насенні алкалоідаў, але ніzkатаксічных. Ніzkатаксічныя алкалоіды як жыццёва неабходныя для лубіну біяхімічныя фактары будуть, напэўна, садзейнічаць павышэнню патэнцыялу адаптыўнасці кармавых сартоў.

Генетыка-селекцыйная праграма выявідання кармавых высокаалкалоідных сартоў лубіну намі распрацавана і ажыццяўляеца. У яе аснову пакладзена гібрыдызацыя лепшых кармавых і харчовых узору з дзікарослымі формамі, якія валодаюць ніzkатаксічным алкалоідным комплексам (Іржавы, Бсур і інш.), з наступным адборам пажаданых рэкамбінантаў.

Вывады

1. У насенні вузкалісцевага лубіну выяўлены чатыры алкалоіды (ангустыфалін, люпанін, гідраксілюпанін, х-алкалоід).
2. У высокатаксічным алкалоідным комплексе вузкалісцевага лубіну преваліруе алкалоід люпанін, у ніzkатаксічным — ангустыфалін.
3. У працэсе селекцыі вузкалісцевага лубіну на кармавыя вартасці

адбывалася паніжэнне ўзроўню алкалоіднасці і памяншэнне колькасці асобных алкалоідаў, якія ўваходзяць у алкалоідны комплекс.

4. Прыкмета «высокая колькасць алкалоідаў» дамінуе над прыкметай «нізкая колькасць алкалоідаў», а прыкмета «колькасць высокатаксічных алкалоідаў» — над прыкметай «колькасць нізкатааксічных алкалоідаў».

5. Існуе генетычная магчымасць шляхам рэкамбінагенезу вывесці кармавыя сарты з высокай колькасцю нізкатааксічных алкалоідаў.

Summary

Feeding forms have been created not only with the low level of alkaloidness but with the content of only one alkaloid; among the wild forms there are 4 alkaloids.

The genetic possibility of getting feeding varieties with the high content of low-toxic alkaloids is considered.

Літаратура

1. Апора С. К. Химия и биохимия бобовых растений. М., 1986.
2. Алексеева Е. К. // Кормовые люпины. М., 1959. С. 5—48.
3. Нагорская Е. Д. // Кормовой люпин. Мн., 1964. С. 250—264.
4. Мироненко А. В. Биохимия люпина. Мн., 1975.
5. Godfrey N. W. // J. of Agricul. 1982. N 3. P. 88—99.
6. Gedstones J. S. // Proc. 5th int. Lupin. conf. Poznan. 1988. Р. 15—24.
7. Використання баґаторічного люпину при видгодівлі великої рогатої худоби: Методичні рекомендації... Львів, 1988. 20 с.
8. Миронова Т. П., Купцов Н. С. // Пути повышения урожайности полевых культур. Мн., 1989. Вып. 20. С. 90—98.
9. Миронова Т. П., Купцов Н. С., Пушнова Н. М., Шишлина Н. Н. // Пути повышения урожайности полевых культур: Межвед. тем. сб. Мн., 1990. Вып. 21. С. 91—100.
10. Василяускас Ю. Ф. Физиолого-биохимическая характеристика желтого и узколистного люпина в связи с условиями выращивания в Литовской ССР: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Мн., 1970. 26 с.
11. Купцов А. Г. Генетическое изучение признаков алкалоидности у межсорточных гибридов люпина: Автореф. дис. ... канд. Мн., 1977. 28 с.
12. Майсурян Н. А., Атабекова А. Н. Люпин. М., 1974.
13. Барбаций С. Люпин. М., 1959.
14. Боженова М. Н. // Кормовые люпины. М., 1959. С. 108—116.
15. Дебелый Г. А., Калинина Л. В. // Селекция, семеноводство и приемы возделывания люпина. Орел, 1974. С. 233—242.
16. Узколистный кормовой люпин Гелена: Инф. лист. Мн., 1991.
17. Узколистный кормовой люпин Данко: Инф. лист. Мн., 1992.
18. Седлецкий М. А. Особенности наследования содержания алкалоидов в сочетании с другими признаками у белого люпина и их использование в селекционной практике: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Киев, 1991. 26 с.