

МІКРОБІОЛОГІЯ

УДК 637.5; 637.523.2; 637.524; 663.1

**ВПЛИВ БАКТЕРІАЛЬНОГО ПРЕПАРАТУ «МКС» НА ПРОТЕОЛІЗ У  
СИРОВ'ЯЛЕНИХ М'ЯСНИХ ПРОДУКТАХ**

**Г. Бурцева\*, С. Даниленко, Н. Кігель, Я. Жукова**

*Технологічний інститут молока та м'яса ААН України  
вул. М. Раскової, 4а, Київ 02660, Україна  
e-mail: nyukabu@rambler.ru*

Досліджено вплив нового бактеріального препарату «МКС» на протеоліз у сиров'ялених цільном'язових продуктах зі свинини та яловичини. Встановлено відмінності впливу спонтанної мікрофлори та бактеріального препарату на динаміку визрівання продукту: за масовою часткою загального азоту, фракційним складом білків і рівнем вільних амінокислот. Для готових баліків з «МКС» зафіксоване зростання кількості небілкового азоту і відповідне нагромадження вільних амінокислот, у т. ч. незамінних; для варіанта з яловичини вміст вільних амінокислот – 690,8 мг/100 г сух. реч., для варіанта зі свинини – 823,4 мг/100 г сух. реч. За результатами органолептичного оцінювання виявлено певну різницю між сиров'яленими продуктами з і без препарату «МКС», особливо помітну в смакоароматичному букеті.

*Ключові слова:* бактеріальний препарат, протеоліз, сиров'ялений м'ясний продукт, заквашувальні культури.

Для виробництва високоякісних ферментованих м'ясних продуктів дедалі частіше застосовують спеціальні заквашувальні препарати, що містять композицію штамів бактерій, які належать до різних таксономічних груп. Застосування таких бактеріальних препаратів сприяє поліпшенню санітарно-епідемічної безпеки продуктів і забезпечує перебіг біохімічних перетворень м'ясної сировини у бажаному напрямі, що надає змогу контролювати процес визрівання ферментованих продуктів і скорочувати термін їхнього виготовлення. Крім того, певні заквашувальні мікроорганізми здатні підвищувати біологічну цінність ферментованих продуктів завдяки біосинтезу ферментів, вітамінів, вільних амінокислот [5–7, 9, 12].

Упродовж визрівання білкові компоненти м'ясної сировини зазнають істотних змін, зумовлених діяльністю ферментів як тканинного, так і мікробного походження, що й визначає певний перебіг протеолітичних перетворень. М'ясні протеази, зокрема ферменти, подібні до катепсину-D, сприяють нагромадженню пептидів за ферментації, тоді як мікробні – більшою мірою перетворюють білки м'яса на стадії визрівання. Деякі дослідники вважають, що утворення олігопептидів і амінокислот зумовлене активністю лише бактеріальних пептидаз [8, 11, 13]. Вільні амінокислоти, як і інші метаболіти, пов'язані з життєдіяльністю мікроорганізмів, відіграють значну роль у формуванні смакоароматичного букету ферментованих продуктів [6, 9, 14].

Метою даної роботи було дослідити вплив бактеріального препарату «МКС» на протеоліз упродовж визрівання сиров'ялених цільном'язових продуктів зі свинини та яловичини.

**Матеріали та методи**

У лабораторних і напівпромислових умовах було досліджено функціонування бактеріального препарату «МКС» у м'ясних продуктах зі свинини та яловичини, які виготов-

ляли згідно з рецептурою на балик «Дарницький» [2]. Ферментування вели в кліматичній камері за режимами, що регламентуються технологією продукту. Контрольними варіантами слугували зразки яловичини та свинини без бактеріального препарату (ЯК і СК відповідно). Розроблений нами бактеріальний препарат «МКС» є ліофілізованою симбіотичною заквашувальною композицією штамів молочнокислих бактерій *Lactobacillus plantarum* IMB B-7058, *L. casei* subsp. *rhamnosus* IMB B-7060 і стафілококів *Staphylococcus simulans* IMB B-7040, за співвідношення культур 1:1:1. Препарат додавали на стадії шприцювання, у кількості 0,5 г сухого препарату на 1 кг м'ясної сировини, відповідні зразки позначали ЯП та СП.

Уміст загального азоту (за методом К'ельдаля), небілкового і білкового азоту визначали за Журавською [4], фракційний склад білків – методом електрофорезу в поліакриламідному гелі (ПААГ) за Лемлі [15], склад вільних амінокислот – на аналізаторі LC-2000 (Біотронік). Оцінювання за органолептичними показниками здійснювали за п'ятибальною системою [3].

### Результати і їхнє обговорення

Дослідження мікрофлори баликів проводили упродовж ферментації та визрівання [1]. Встановлено, що вміст молочнокислих бактерій і стафілококів на початку ферментації у зразках без заквашувальної композиції був на два порядки нижчий, а наприкінці визрівання їхня кількість у всіх виробках перебувала у межах одного порядку. Водночас спостерігали істотні розбіжності в якісному складі вилученої мікрофлори. Оскільки впродовж ферментації та визрівання у варіантах із препаратом домінували композиційні культури, то можемо припустити, що саме вони зумовлювали специфічний напрям біотрансформації сировини та формування смакоароматичної гами готового продукту.

Упродовж визрівання сиров'ялених виробів спостерігали динаміку перетворень азотовмісних речовин (табл. 1). Рівень небілкового азоту на початку ферментації становив 1,1% та 1,4% сухої речовини для свинини та яловичини відповідно. На 13-ту добу визрівання зафіксовано приріст небілкового азоту для всіх зразків: з додаванням бактеріального препарату «МКС» – на (13,3–14,0)%, контрольні варіанти – (12,2–12,6)%. Що стосується білкового азоту, то на 13-ту добу його вміст зменшився: для виробів зі свинини – дещо більше у контролі, ніж у варіанті з «МКС», для виробів із яловичини – у варіанті з препаратом.

Таблиця 1

Вміст азотовмісних речовин у сиров'ялених виробках

Азотовмісні речовини за фракціями	Вміст азоту в перерахунку на сухі речовини, %					
	Свинина			Яловичина		
	Сировина	Контроль	з «МКС»	Сировина	Контроль	з «МКС»
	0 діб	13 діб		0 діб	13 діб	
Загальний азот	12,9*	11,6	12,0	12,5	11,6	11,9
Небілковий азот	1,1	1,5	1,7	1,4	1,4	1,6
Білковий азот	11,3	10,1	10,4	11,2	10,2	10,7

\*Похибка вимірювання не перевищує 0,1%.

Відомо, що переважну частку м'язової тканини становлять білки різної молекулярної маси: міозин – 470 кДа, саркоплазматичні глобуліни – 160 кДа, міогени – 81–150 кДа, тропоніни – 76 кДа, актин – 47 кДа тощо, які впродовж ферментації та подальшого визрівання тією чи іншою мірою розщеплюються тканинними і мікробними ферментами.

Специфічність розщеплення білків яловичини та свинини заквашувальною мікрофлорою упродовж визрівання зафіксовано на електрофореграмах готових

виробів (рис. 1). Як видно з рис. 1, через 13 діб визрівання для всіх варіантів наявні характеристичні білки з молекулярними масами від 200 кДа до 20 кДа, помітні істотні розбіжності в електрофореграмах ферментованих варіантів: контрольних і зі застосуванням бактеріального препарату.

Так, для баліка ЯП характерне таке фракційне розділення білків і пептидів: значне зниження кількості смуг *a*, *e*, *h*, майже повне і повне зникнення *b* і *f* відповідно, зростання відносного вмісту *c*, *d*, *g*', *k*, *n*', поява *l*. Таке накопичення продуктів розпаду білків може бути зумовлене протеолітичною активністю саме заквашувальних культур. Типові мажорні фракції: для контрольного варіанта (ЯК) – *c*, *d*, *e*, *g*', для ЯП – *d*, *g*', *m*, *n*'.

Подібні дані отримали для продуктів, виготовлених зі свинини. Для контрольного варіанта мажорні фракції білків були такими: *c*, *d*, *f*, *g*, *h*. Якщо порівняти зі зразком до визрівання, то характерний перерозподіл відносного вмісту фракцій такий: зменшення *b* та *g*, *h* – зростання *d* та *f* відповідно. Для варіанта СП характерне зниження вмісту білкових фракцій *b* та *g*, зникнення *e*, *f*, *h* і поява більш “легких” *f*' та *h*', а також *n*. Помічене значне зменшення фракцій *k*, *l*, *m*, *n* у зразку зі свинини з препаратом є вірогідним свідченням ферментативної активності заквашувальних культур. Водночас збільшення фракції *a* (понад 150 кДа) може бути зумовлене інтенсивним гідролізом високомолекулярних білків: саркоплазматичних глобулінів і міозину.

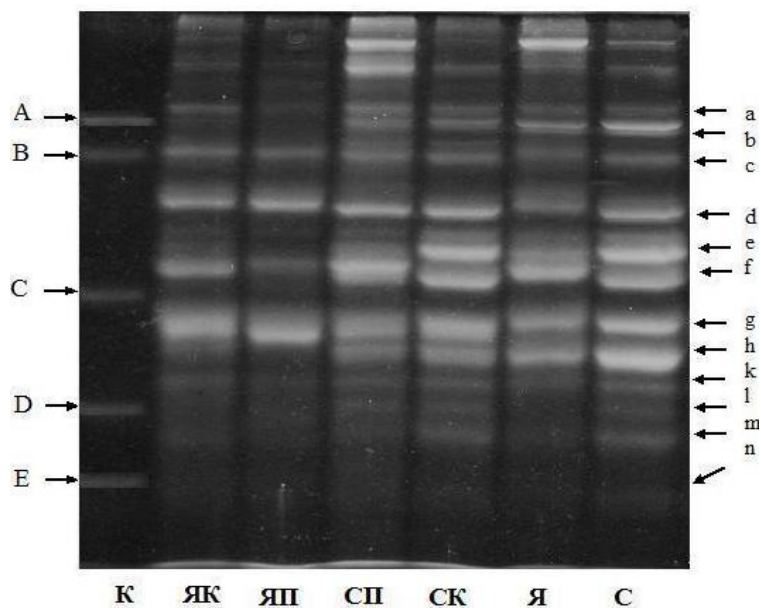


Рис 1. Електрофорез білкових фракцій сиров'ялених виробів: С – контроль свинина, Я – контроль яловичина; через 13 діб визрівання: СК – свинина без препарату, СП – свинина з препаратом “МКС”, ЯК – яловичина без препарату, ЯП – яловичина з препаратом “МКС”; К – стандарти білків (“Pharmacia”): А – 94 кДа – фосфорилаза b, В – 67 кДа – бичачий сироватковий альбумін, С – 43 кДа – овальбумін, D – 30 кДа – карбонова ангідраза; Е – 20,1 кДа – соєвий трипсиновий інгібітор.

Отже, для баліків із яловичини, як і зі свинини, виявлено тенденцію до зменшення вмісту “важких” білкових фракцій (розмірами близько 100 кДа) та нагромадження білкових фрагментів із розмірами, меншими за 40 кДа. Водночас у разі застосування бактеріального

препарату “МКС” відбувається специфічний протеоліз окремих фракцій білків м’ясної сировини. Отримані нами дані щодо характеру перебігу протеолітичних змін, які відбуваються упродовж визрівання сиров’ялених продуктів, узгоджуються з даними інших авторів [10, 14, 16–18].

Рівень вільних амінокислот є важливим показником ступеня визрівання ферментованих продуктів, оскільки саме вони надають специфічного присмаку, притаманного готовим ферментованим виробам, та є попередниками ароматоутворювальних сполук. Загалом зміни у кількісному та якісному складі вільних амінокислот у процесі визрівання ферментованих м’ясних продуктів відбуваються як за рахунок протеолізу, так і внаслідок діяльності мікроорганізмів. Результати кількісного та якісного визначення вільних амінокислот представлено у табл. 2 і на рис. 2.

Таблиця 2

Якісний і кількісний склад вільних амінокислот у сиров’ялених виробках

Амінокислоти	С	Після визрівання		Я	Після визрівання	
		СК	СП		ЯК	ЯП
<i>мг/100 г сухої речовини</i>						
Ациклічні, в т. ч.	278,38*	381,84	562,54	285,21	314,64	452,95
Ala	45,48	50,12	63,81	96,35	53,60	51,57
Arg	15,96	20,23	26,77	29,04	13,33	34,54
Asp	22,45	25,05	25,58	22,06	16,51	27,47
Val	21,02	33,34	65,39	26,19	33,09	34,64
Gly	23,96	25,25	47,94	16,13	14,98	28,06
Glu	30,31	72,14	82,93	34,43	52,16	82,42
Ile	20,53	22,02	34,07	9,67	21,99	26,08
Ley	23,98	38,64	45,72	4,91	39,82	41,08
Lis	9,75	21,93	54,69	13,56	16,35	40,64
Met	30,33	20,95	37,53	7,77	19,25	25,67
Ser	17,22	25,99	34,51	25,11	17,20	29,86
Tre	17,39	26,18	43,60	0	16,35	30,93
Циклічні, в т. ч.	263,53	231,19	260,85	222,12	222,77	237,80
His	195,25	137,30	135,08	191,14	127,16	133,29
Pro	15,93	26,34	53,08	9,56	10,21	26,76
Tir	20,59	24,70	29,25	4,91	21,06	26,55
Phe	31,76	42,85	43,44	16,50	64,33	51,21

\*Похибка вимірювання не перевищує 5%; n=3.

Упродовж визрівання загальна кількість вільних амінокислот істотно зросла у варіантах із бактеріальним препаратом “МКС”: на 36% для балика з яловичини та 52% для балика зі свинини – їхня кількість сягала 690,8 та 823,4 мг/100 г сухої речовини відповідно. У контрольних варіантах кінцевий вміст вільних амінокислот майже не відрізнявся від початкового або був дещо вищим за нього. Щодо спектра циклічних амінокислот на 13-ту добу визрівання, то для всіх варіантів спостерігали таку тенденцію: накопичення проліну, фенілаланіну, тирозину та зменшення гістидину. Балик СП вирізнявся значним приростом вмісту лізину, проліну, валіну, глютамінової кислоти, треоніну, гліцину, серину, гліцину, в той час як ЯП – лейцину, тирозину, метіоніну, фенілаланіну, лізину, проліну, ізолейцину, глютамінової кислоти. Слід зазначити, що лише для варіантів з “МКС” було зафіксовано значне збільшення вмісту лізину та гліцину, відповідно: у балику зі свинини – у 5,6 і 2,0 рази, у балику з яловичини – в 3,0 і 1,7 рази.

Загалом, для всіх баликів у динаміці визрівання характерним було накопичення замісних і незамінних амінокислот, причому фіксували збільшення останніх як за абсолютним, так і за відносним вмістом.

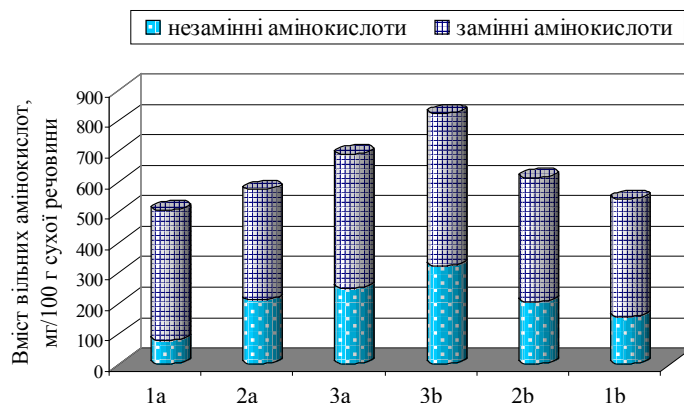


Рис. 2. Вміст вільних амінокислот у динаміці визрівання сиров'ялених виробів: А – зі свинини: 1а – 0 доба; через 13 діб визрівання: 2а – без препарату, 3а – з препаратом “МКС”; В – із яловичини: 1б – 0 доба; через 13 діб визрівання: 2б – без препарату, 3б – з препаратом “МКС”.

Як видно з отриманих даних, заквашувальні культури забезпечують не тільки утворення низькомолекулярних білкових фракцій, а й збільшення пулу вільних амінокислот.

Органолептичне оцінювання готової продукції показало певну різницю між дослідженими варіантами (з препаратом “МКС” та без нього) (табл. 3).

Таблиця 3

## Оцінка сиров'ялених виробів за органолептичними показниками

Варіанти	Показники				Загальна оцінка, бали	
	Зовнішній вигляд	Колір	Запах і аромат	Консистенція		Смак
<b>Балик з яловичини</b>						
З препаратом “МКС”	красивий	червоний	ароматний	пружна	смачний, з характерною кислинкою	4,7
Без препарату	хороший	темно-червоний	невиражений	дещо тверда	без вираженого смаку	4,0
<b>Балик зі свинини</b>						
З препаратом “МКС”	красивий	червоний	ароматний	пружна	смачний, з характерною кислинкою	4,8
Без препарату	хороший	червоний	невиражений	гумова	без вираженого смаку	4,2

Так, зразки з препаратом були м'які та пружні за консистенцією, з інтенсивнішим забарвленням, що особливо помітно у варіанті з яловичини. Зразки також розрізнялися за запахом і смаком. Контрольним варіантам, як із яловичини, так і зі свинини, були притаманні присмак старого сала та невиражений аромат. Зразки з бактеріальним препаратом мали приємний аромат і специфічний смак, характерний для сиров'яленого м'ясного продукту. Проте кожен із них характеризувався власним відтінком присмаку, що зумовлено особливостями сировини.

Встановлено характерні розбіжності перебігу трансформації білків у сиров'ялених цільном'язових виробках, ферментованих з і без застосування бактеріального препарату “МКС”. Показано, що під впливом ферментних систем заквашувальної мікрофлори препарату “МКС” відбувається специфічне й інтенсивніше, порівняно з контролем,

розщеплення білків як свинини, так і яловичини. Протеолітична активність препарату “МКС” сприяє нагромадженню вільних амінокислот у м’ясних виробках, і кожному типові продукту притаманний специфічний спектр білкових фрагментів та характерна органолептика.

*Роботу виконано за фінансової підтримки НААН України в рамках комплексної науково-технічної програми “Дослідження та розробки в галузі технології продовольчих продуктів”.*

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бурцева Г. В., Даниленко С. Г. Вплив заквашувальної композиції на біохімічні процеси у цільном’язових сиров’ялених виробках // Зб. тез VI Міжнар. наук. конф. студентів і аспірантів (Львів, 21–24 вересня 2010 р.). Львів, 2010. С. 146–147.
2. Бушкова Л. А., Сергеева Т. А. Сборник технологических инструкций по производству продуктов из свинины к ГОСТ 18236-85, ГОСТ 18255-85, ГОСТ 18256-85, ГОСТ 17482-85, ГОСТ 16594-85. М.: ВНКМП, 1990. 173 с.
3. ГОСТ 9959-91 Продукты мясные. Общие условия проведения органолептической оценки.
4. Журавская Н. К., Алехина Л. Т., Отряшенкова Л. М. Исследование и контроль мяса и мясопродуктов. М.: Агропромиздат, 1985. 296 с.
5. Машенцева Н. Г., Хорольский В. В. Функциональные стартовые культуры в мясной промышленности. М.: Колос, 2008. 336 с.
6. Рогов И. А., Хорольский В. В., Лунатов Н. Н. и др. Тенденция применения биотехнологии в рациональном использовании животноводческого сырья: Обзорная информация. М.: АгроНИИТЭИММП, 1994. 32 с.
7. Шиффнер Э., Хагедорн В., Опель К. Бактериальные культуры в мясной промышленности. М.: Пищевая пром-сть, 1980. 96 с.
8. Aro Aro J. M., Purevdori Nyam-Osor, Kayoko Tsuji et al. The effect of starter cultures on proteolytic changes and amino acid content in fermented sausages // Food Chem. 2010. Vol. 119. N 1. P. 279–285.
9. Caplice E., Fitzgerald G. F. Food fermentation: role of microorganisms in food production and preservation // Int. J. Food Microbiol. 1999. Vol. 50. N 1. P. 131–149.
10. Casaburi A., Di Monac R., Cavella S. et al. Proteolytic and lipolytic starter cultures and their effect on traditional fermented sausages ripening and sensory traits // Food Microbiol. 2008. Vol. 25. N 2. P. 335–347.
11. Demeyer D., Raemaekers M., Rizzo A. et al. Control of bioflavour and safety in fermented sausages: first results of a European project // Food Research Intern. 2000. Vol. 33. N 3–4. P. 171–180.
12. Hammes W. P., Hertel C. New developments in meat starter culture // Meat Sci. 1998. Vol. 49. № Suppl. 1. P. S125–S138.
13. Hughes M. C., Kerry I. P., Arendt E. K. et al. Characterization of proteolysis during the ripening of semi-dry fermented sausages // Meat Sci. 2002. Vol. 67. N 2. P. 205–216.
14. Hui Y. H., Astiasarán I., Nip W.-K. et al. Handbook of fermented meat and poultry; editor, F. Toldrá. Blackwell Publishing, 2007. 545 p.
15. Laemmli U. K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4 // Nature. 1970. Vol. 227. P. 680–685.
16. Mauriello G. Casaburi A., Villani F. Proteolytic activity of *Staphylococcus xylosus* strains on pork myofibrillar and sarcoplasmatic proteins and use of selected strains in the production of ‘Naples type’ salami // J. Appl. Microbiol. 2002. Vol. 92. P. 482–490.

17. *Rodríguez M., Núñez F., Córdoba J. J.* et al. Evaluation of proteolytic activity of microorganisms isolated from dry cured ham // *J. Appl. Microbiol.* 1998. Vol. 85. N 5. P. 905–912.
18. *Roseiro L. C., Gomes A., Gonçalves H.* et al. Effect of processing on proteolysis and biogenic amines formation in a Portuguese traditional dry-fermented ripened sausage “Chouriço Grosso de Estremoz e Borba PGI” // *Meat Sci.* 2010. Vol. 84. N 1. P. 172–179.

*Стаття: надійшла до редакції 30.06.11*

*доопрацьована 07.09.11*

*прийнята до друку 22.09.11*

### EFFECTS OF THE BACTERIAL PREPARATION “MKS” ON PROTEOLYSIS IN DRY FERMENTED MEAT PRODUCTS

**G. Burtseva, S. Danylenko, N. Kigel, Ya. Zhukova**

*Dairy and Meat Technological Institute NAAS of Ukraine  
4-A, Raskova St., Kyiv 02660, Ukraine  
e-mail: nyukabu@rambler.ru*

Proteolysis were investigated on dry fermented meat products from pork and beef under action of the starter bacterial preparat “MKS”. Differences of influence of spontaneous microflora and bacterial preparation on the dynamics of ripening of product: on the total nitrogen content, the quality protein content and free amino acids level were found. For the prepared dry fermented meat products with «MKS» the increase of amount of unalbuminous nitrogen, and proper accumulation of free amino acid, including irreplaceable, were fixed; for a variant from a beef maintenance of free amino acid is 690,8 mg/100 g of dry matters, for a variant from pork – 823,4 mg/100 g of dry matters. On results sensory analysis are exposed noticeable distinctions between fermented meat products with and without by starter cultures “MKS”, especially noticeable in aroma and taste.

*Key words:* bacterial preparat, proteolysis, dry fermented meat, starter culture.

### ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА “МКС” НА ПРОТЕОЛИЗ В СЫРОВЯЛЕННЫХ МЯСНЫХ ПРОДУКТАХ

**А. Бурцева, С. Даниленко, Н. Кигель, Я. Жукова**

*Технологический институт молока и мяса НААН Украины  
ул. М.Расковой, 4а, Киев 02660, Украина  
e-mail: nyukabu@rambler.ru*

Исследовано влияние бактериального препарата “МКС” на протеолиз в сыровяленных целномышечных изделиях из свинины и говядины. Обнаружены отличия между воздействием спонтанной микрофлоры и бактериального препарата на динамику созревания продукта: на массовую долю общего азота, фракционный состав белков и уровень свободных аминокислот. Для готовых балыков с «МКС» зафиксировано увеличение количества небелкового азота и соответствующее накопление свободных аминокислот, в т.ч. незаменимых; для варианта из говядины содержание свободных аминокислот – 690,8 мг/100 г сухих веществ, для варианта из свинины – 823,4 мг/100 г сухих веществ. По результатам органолептической оценки выявлены заметные различия между сыровяленными продуктами с и без препарата “МКС”, особенно заметные во вкусоароматическом букете.

*Ключевые слова:* бактериальный препарат, протеолиз, сыровяленный мясной продукт, стартовые культуры.