Connaissance Vigne Vin, 1984, **18**, N° 2, 111-125.

LES MODALITES DE MISE EN ŒUVRE DES ECORCES DE LEVURE EN VINIFICATION. (*)

Suzanne LAFON-LAFOURCADE, Catherine GENEIX et P. RIBÉREAU-GAYON

Institut d'Œnologie, Université de Bordeaux II
351, Cours de la Libération, 33405 Talence Cedex.

INTRODUCTION

Les recherches concernant le mode d'action des écorces de levure (LARUE et *al.*, 1984), également les résultats des expérimentations conduites dans les conditions de la pratique au cours des vinifications 1983, permettent de mieux cerner le phénomène et son champ d'application.

Dans le moût de raisin, les écorces de levure stimulent la fermentation essentiellement par leur effet « facteurs de survie » des levures (GENEIX et *al.*, 1983 ; LAFON-LAFOURCADE et *al.*, 1977, 1979). Elles agissent par l'adsorption de certaines substances toxiques. Les conditions de leur mise en œuvre influent sur le résultat.

Mais depuis longtemps des activateurs de croissance sont utilisés en œnologie. A priori l'association de ces deux types de facteurs devrait conduire à une activation maximale de la fermentation. Cette possibilité méritait d'être étudiée, également l'incidence d'un éventuel levurage simultané avec des biomasses industrielles.

Dans le vin en arrêt de fermentation, le traitement aux écorces de levure exerce une double action : a) il élimine partiellement du milieu les acides gras et les esters éthyliques toxiques pour la levure (LAFON-LAFOURCADE et *al.*, 1984) ; b) il permet à la population de levure de se libérer d'une fraction de ces mêmes substances accumulées dans et sur les cellules au cours de la croissance (LARUE et *al.*, 1984). Cependant lorsque survient l'arrêt, le nombre de cellules viables dans la population est faible. L'écoulage et le sulfitage, préconisés pour éviter les altérations bactériennes en vinification en rouge, appauvrissent également le milieu en cellules. Il est donc indispensable de levurer le vin après l'addition d'écorces. L'état physiologique dans lequel doit se trouver cette nouvelle population au moment de l'inoculation n'a jamais été précisé.

* Travail effectué avec le concours du Conseil Interprofessionnel du Vin de Bordeaux.

Enfin, il est bien évident que les écorces de levure ne peuvent être efficaces que si le moût et le vin contiennent certains types d'inhibiteurs (GENEIX et *al.*, 1983) et présentent une fermentescibilité limitée.

Ce travail se propose de définir les modalités d'utilisation de ce nouvel activateur et de préciser les conditions qui justifient son emploi en vinification.

MATERIELS ET METHODES

Les écorces de levure sont une préparation industrielle Fould-Springer (94100 Maisons-Alfort).

Le moût de raisin (Muscat, Salins du Midi, 34063 Montpellier), parfaitement clair, pH 3,5, est enrichi en sucre par addition de saccharose. La levure est une souche commerciale de *S. cerevisiae* (levure sèche active Rapidase).

Les fermentations sont conduites dans des flacons de 750 ml contenant 500 ml de milieu à 23° C en semi-anaérobiose.

Le milieu synthétique contient par litre : saccharose 200 g ; acide tartrique 3 g ; acide DL-malique 6 g ; acide citrique 0,3 g ; $(NH_4)_2SO_4$ 2 g ; KH_2PO_4 2 g ; asparagine 2 g ; $MgSO_4$ 0,2 g ; $MnSO_4$ 0,01 g ; solution de vitamines B : 10 ml.

Les sucres sont dosés par méthode chimique. Les échantillons sont soumis à un panel de dégustateurs. Les acides gras sont dosés par chromatographie en phase gazeuse (BERTRAND, 1975 ; TORRES-ALEGRE, 1982).

RESULTATS

1. — STIMULATION DE LA FERMENTATION DU MOUT DE RAISIN.

Dans le moût enrichi à 260 g/l de sucre, 0,2 g/l d'écorces et 0,2 g/l de sulfate d'ammonium sont ajoutés, seuls et en mélange, avant fermentation et après la dégradation de 47 g/l de sucre (Tableau I).

En présence d'écorces 38 g/l et 54 g/l de sucre supplémentaire sont dégradés selon que l'ajout est fait avant fermentation (condition 2) ou 48 h après son départ (condition 3). L'addition du sel d'ammonium effectuée avant fermentation (condition 4) permet la transformation de 8 g/l de sucre supplémentaire ; faite après 48 h (condition 5), elle demeure sans effet.

Ajoutés simultanément avant fermentation ou après 48 h, les deux activateurs ne présentent pas davantage d'efficacité que la seule addition d'écorces au même moment (comparaison des conditions 2-6 et 3-7).

TABLEAU I

Effet activateur synergique des écorces de levure et du sulfate d'ammonium à l'égard de la fermentation alcoolique d'un moût de raisins sains

Sucre initial : 260 g/l
Température de fermentation : 25 ° C
Inoculation 1 000 000 de cellules par ml
S. cerevisiae (Levures sèches actives)

Les chiffres expriment le sucre fermenté en g par litre

Conditions	Ecorces de levure 20 g/hl	Sulfate d'ammonium 20 g/hl	Temps (jours) 7	12	19	23
1	non	non	128	156	171	176
2	avant fermentation	non	182	205	212	214
3	après 48 heures	non	189	225	230	230
4	non	avant fermentation	137	178	185	188
5	non	après 48 heures	143	168	171	175
6	avant fermentation	avant fermentation	189	211	217	217
7	après 48 heures	après 48 heures	195	221	232	233
8	après 48 heures	avant fermentation	200	234	240	240

TABLEAU II

Incidence du moment de l'addition des écorces de levure à l'égard de la stimulation de la fermentation alcoolique d'un moût de raisins sains

Sucre initial : 260 g/l
Température de fermentation : 25° C
Inoculation : 1 000 000 de cellules par ml
S. cerevisiae (Levures sèches actives)

Conditions	Ecorces de levure Moment de l'addition	Doses (g/hl)	Sucre fermenté (g/l)
1	Avant fermentation	20	213
2		50	220
3	2e jour de la fermentation	20	230
4		50	241
5	5e jour de la fermentation	20	204
6		50	216
7	13e jour de la fermentation	20	186
8		50	190

Par contre, une supplémentation du moût en sulfate d'ammonium avant fermentation, suivie après 48 h d'une addition d'écorces, provoque la dégradation d'une quantité de sucre maximale (condition 8).

Dans un autre essai, 0,2 et 0,5 g/l d'écorces sont ajoutés au même moût, avant fermentation, aux 2e, 5e, 13e jour de la fermentation, après dégradation de 41, 125 et 157 g/l de sucre (tableau II). Dans tous les cas, l'addition d'écorces permet la transformation d'une plus grande quantité de sucre ; elle est la plus efficace lorsqu'elle est effectuée le deuxième jour après le départ en fermentation et lorsque la dose expérimentée est la plus forte.

La comparaison des tableaux I et II montre que la conjugaison de sel d'ammonium avant fermentation et 0,2 g/l d'écorces après 48 h (condition 8, tableau I) équivaut à l'addition au même moment de 0,5 g/l d'écorces (condition 4, tableau II).

D'autres essais ont été réalisés dans les conditions de la pratique (tableau III), après quelques jours de vendange, alors que l'ensemencement naturel est de l'ordre de 10^6 levures par ml. Dans ces conditions l'inoculation de 10 g/hl de levure sèche active n'améliore pas l'efficacité des écorces.

TABLEAU III

Effet activateur des écorces de levure et d'un levurage à l'égard de la fermentation alcoolique d'un moût de raisins parasités par *Botrytis cinerea* ; **essai conduit en barriques de 225 litres**

Sucre initial : 360 g/l
Température de fermentation : 22° C
Ensemencement naturel : 2 000 000 cellules par ml

Ecorces de levure (g/hl)	Non levuré	Levuré 10 g/hl) (**S. cerevisiae**, levures sèches actives)
0	229	228
20	251	248
50	247	250
70	262	258

Nous montrons par ailleurs (LARUE et *al.*, 1984) qu'aux doses préconisées 20 à 30 g/hl), l'addition d'écorces au moût en début de fermentation, ne modifie pas de manière significative la composition en substances volatiles du vin et, en conséquence, ses caractères aromatiques.

II. — INDUCTION EN REFERMENTATION D'UN VIN ARRETE

1) Incidence d'une addition d'écorces au vin

Un échantillon de vin blanc en arrêt de fermentation (éthanol 12 %, sucre 8 g/l), recueilli dans les conditions de la pratique, est additionné de 0,5 g/l d'écorces de levure. Après 24 h de contact, la presque totalité de l'octanoate et du décanoate d'éthyle, également 54 % et 80 % des acides octanoïque et décanoïque du vin sont éliminés (tableau IV). On ensemence avec 10^6 cellules/ml de levure sèche active. Après 18 jours d'incubation à 19° C, la deuxième fermentation est complète. Des substances volatiles sont formées au cours de la deuxième fermentation, mais on observe, par rapport au vin initial, la perte de 8 %, 21 %, 9 %, 43 % de l'octanoate et du décanoate d'éthyle, des acides octanoïque et décanoïque.

TABLEAU IV

Incidence du traitement aux écorces de levure à la dose de 50 g par hl sur la composition en substances volatiles d'un vin blanc ayant subi un arrêt de la fermentation alcoolique

Ethanol : 12 % vol.
Sucres résiduels : 8 g/l

Les chiffres représentent des mg par litre

Substances volatiles	Avant traitement	Après traitement	Après la 2e fermentation
Acide octanoïque	10,55	4,83	9,56
Acide décanoïque	3,20	0,61	1,80
Octanoate d'éthyle	0,72	traces	0,66
Décanoate d'éthyle	0,52	traces	0,41

Compte tenu de cet appauvrissement du vin en substances volatiles, il est recommandé de limiter, dans la mesure du possible, les doses d'emploi des écorces en vinification en blanc pour relancer une fermentation arrêtée.

2) Incidence de l'état physiologique de la population d'inoculum pour relancer une fermentation arrêtée.

Le milieu synthétique, ajusté à 11 et 13 % vol. d'éthanol reçoit ou non des doses variables d'acides octanoïque et décanoïque, AG_1 (acide octanoïque 10 mg/l ; acide décanoïque 3 mg/l), AG_2 (acide octanoïque 20 mg/l ; acide décanoïque 6 mg/l). On ensemence respectivement avec une population de 10^6 cellules par ml de levure sèche active et des mêmes levures

TABLEAU V

Résistance des populations de S. cerevisiae à l'éthanol et aux acides octanoïque et décanoïque selon leur état physiologique.

AG { acide octanoïque : 20 mg/l
acide décanoïque : 6 mg/l

Population initiale : 1 000 000 de cellules par ml

Titre alcoométrique : 11 % vol.
Sucre initial : 20 g/l
Température : 25° C

			Temps (jours) 1	3	4	8	15	21	29
Levures proliférantes	Témoin	Cellules viables (x 1000)	9	2,2	3,4	6,4	15.000	18.000	
		Sucres résiduels (g/l)	20	20		19,3	6	0,4	
	+ AG	Cellules viables (x 1000)	0,021	0,005	0				
		Sucres résiduels (g/l)	20	20	20				
Levures stationnaires	Témoin	Cellules viables (x 1000)	6.500		14.000		16.000		
		Sucres résiduels (g/l)	20		5,3		0,4		
	+ AG	Cellules viables (x 1000)	50		3			3.000	
		Sucres résiduels (g/l)	20					9,6	9,6
Levures en déclin	Témoin	Cellules viables (x 1000)	130		6.000	12.000			
		Sucres résiduels (g/l)	20		12,3	2,3	0,75		
	+ AG	Cellules viables (x 1000)	1.400		370		250		
		Sucres résiduels (g/l)	20		16,8	14,3	9,8	1,8	
Levures sèches actives	Témoin	Cellules viables (x 1000)	1.500	10.000	20.000				
		Sucres résiduels (g/l)	18,5			0,4			
	+ AG	Cellules viables (x 1000)	650	400	270		1.500		
		Sucres résiduels (g/l)	20			19,2	16,8	13,8	0,65

précultivées dans le milieu synthétique pendant 24 h, 5 jours et 15 jours, ce qui correspond à des populations en prolifération, stationnaire et en déclin.

Après 24 h, dans le milieu titrant 11 % vol. éthanol (tableau V), le taux de viabilité de la population inoculée à l'état proliférant est diminué d'un facteur 1000 ; une croissance s'amorce après 8 jours de latence ; la totalité du sucre est fermentée en 21 jours. Les populations inoculées dans les trois autres états physiologiques dégradent la totalité du sucre en une huitaine de jours.

Après 24 h d'incubation, en présence d'acides gras (AG_2) (tableau V), la population proliférante est pratiquement exterminée ; le taux de viabilité de la population stationnaire est diminué d'un facteur 100, celui des levures sèches et des populations en déclin d'un facteur 10. La totalité du sucre est dégradée en 21 et 29 jours respectivement par les levures en déclin et les levures sèches actives ; les levures inoculées en phase stationnaire en dégradent 48 % au maximum ; l'activité des populations proliférantes est nulle.

Dans le milieu à 13 % vol. éthanol (tableau VI), seules les levures inoculées en phase de déclin sont capables d'une activité fermentaire au cours de leur lente régression. La totalité du sucre est dégradée en 21 jours en l'absence des acides gras, 44 % seulement en leur présence.

Ces essais confirment l'action inhibitrice synergique des acides gras et de l'éthanol. Ils montrent clairement la résistance variable des populations de levure aux agents inhibiteurs selon leur état physiologique. Ces observations débouchent sur des applications pratiques importantes. Dans un vin en arrêt de fermentation, l'encemencement avec un levain jeune, en prolifération, sera inefficace. Dans la mesure où le titre alcoométrique est de l'ordre de 11 %, on peut utiliser directement des levures sèches actives après réhydratation pour relancer la fermentation. Lorsque le titre alcoométrique est supérieur, un levain de quelques jours, contenant une population en déclin, doit être préféré.

III. — CONDITIONS JUSTIFIANT L'UTILISATION DES ECORCES.

Pour illustrer les conditions dans lesquelles l'utilisation des écorces de levure est justifiée, quelques exemples sont pris parmi les essais effectués dans les conditions de la pratique, au cours de la dernière campagne de vinification.

1) **Prévention des arrêts de fermentation**

a) *Vinification en rouge à température élevée.* Une vendange (sucre 225 g/l) fermente en cuves en ciment de 135 hl. Au cours de la fermentation la température s'élève et se maintient à 34° C pendant 8 jours

TABLEAU VI

Résistance des populations de S. cerevisiae à l'éthanol et aux acides octanoïque et décanoïque selon leur état physiologique.

AG { acide octanoïque : 10 mg/l
acide décanoïque : 3 mg/l

Population initiale : 1 000 000 de cellules par ml

Titre alcoométrique : 13 % vol.
Sucre initial : 10 g/l
Température : 25° C

			Temps (jours) 1	3	6	9	15	21	32
Levures proliférantes	Témoin	Cellules viables (x 1000)	0,1	0,01	0,002	0			
		Sucres résiduels (g/l)	10	10	10				
	+ AG	Cellules viables (x 1000)	0,026	0.011	4	0			
		Sucres résiduels (g/l)	10	10	10				
Levures stationnaires	Témoin	Cellules viables (x 1000)	180		13				0
		Sucres résiduels (g/l)	10		10				10
	+ AG	Cellules viables (x 1000)	300		400			0,023	0
		Sucres résiduels (g/l)	10		10			10	10
Levures en déclin	Témoin	Cellules viables (x 1000)	630			360	650		
		Sucres résiduels (g/l)	10			6,4	5,7	0,65	
	+ AG	Cellules viables (x 1000)	180			400	75	40	20
		Sucres résiduels (g/l)	10			6,1	4,6	4,4	4,4
Levures sèches actives	Témoin	Cellules viables (x 1000)	1.300	1.200	650	650	820	850	
		Sucres résiduels (g/l)	10	10		7,8	0,6		
	+ AG	Cellules viables (x 1000)	600	500	330	200	130	22	0,005
		Sucres résiduels (g/l)	10	10		10	10	10	10

(tableau VII). L'addition de 30 g/hl d'écorces prévient l'arrêt de la fermentation observée dans la cuve témoin. Simultanément on obtient un vin plus coloré et mieux apprécié. Il intervient sans doute une meilleure extraction des composés phénoliques à température élevée ; mais il semble que le mécanisme d'action des écorces sur la couleur des vins rouges soit plus complexe.

TABLEAU VII

Prévention des arrêts de fermentation en vinification en rouge essai conduit en cuve de 110 hl

Sucre initial : 225 g/l

Fermentation	Temps (jours)	4	6	7	8	9	10
	Température (° C)	23	33	34	34	—	22
Sucres résiduels (g/l)	Témoin	194	90	38	22	15	15
	+ écorces de levure (30 g/hl)	206	54	15	< 2		

b) *Vinification en blanc doux.* Une expérimentation déjà signalée (tableau III) est relative à un moût riche en sucre (360 g/l) extrait de vendanges parasitées par *Botrytis cinerea* (pourriture noble), fermenté en barriques. La présence de 20 g/hl d'écorces s'avère d'une plus grande efficacité que l'ensemencement avec des levures sèches actives.

A la dégustation on ne note pas de différences sensibles ; les vins témoins sont jugés un peu plus fruités et légèrement moins colorés. Mais il n'est pas possible de dire si les différences sont consécutives à la présence d'écorces ou sont simplement dues à une fermentation plus avancée.

c) *Vinification en blanc sec.* Un moût peu riche en sucre (tableau VIII) (185 g/l) fermente en fûts de 225 litres à basse température (17° C). Les fermentations se déroulent sans difficulté ; en présence d'écorces, elles se terminent plus rapidement.

Il est certain que dans ce moût d'une bonne fermentescibilité l'addition d'écorces ne se justifie pas. On relève la même observation pour un moût plus riche en sucre (220 g/l) peu débourbé (tableau IX).

Dans les deux cas précédents, l'addition d'écorces ne modifie pas les caractéristiques analytiques.

TABLEAU VIII

Prévention des arrêts de fermentation en vinification en blanc sec
essai conduit en barriques de 225 litres

Sucre initial : 185 g/l
Température de fermentation : 17° C

		Temps (jours)		
		12	14	18
Témoin	Cellules viables (1)	30 000	23 000	
	Sucres résiduels (g/l)	9,6	5,9	< 2
+ Ecorces de levure (20 g/hl)	Cellules viables (1)	93 000	60 000	
	Sucres résiduels (g/l)	7,9	4,5	< 2
+ Ecorces de levures (50 g/hl)	Cellules viables (1)	100 000		
	Sucres résiduels (g/l)	< 2		

(1) en milliers par ml

TABLEAU IX

Prévention des arrêts de fermentation en vinification en blanc sec d'un moût peu clarifié

Fermentation conduite en fûts de 125 litres à une température de 18-20° C
Sucre initial : 220 g/l
levurage : 10 g/hl *(S. cerevisiae,* levures sèches actives)

Conditions		Temps (jours) 7	10
Témoin	Cellules viables (1)	71 000	54 000
	Sucres résiduels (g/l)	13,3	< 2
+ Sulfate d'ammonium (20 g/hl)	Cellules viables (1)	57 000	37 000
	Sucres résiduels (g/l)	9,7	2,4
+ Ecorces de levure (20 g/hl)	Cellules viables (1)	120 000	70 000
	Sucres résiduels (g/l)	13,7	< 2
+ Ecorces de levure (20 g/hl) et levurage	Cellules viables (1)	90 000	110 000
	Sucres résiduels (g/l)	13,5	< 2
+ Ecorces de levure (50 g/hl)	Cellules viables (1)	150 000	65 000
	Sucres résiduels (g/l)	7,8	< 2
+ Ecorces de levure (50 g/hl) et levurage	Cellules viables (1)	110 000	70 000
	Sucres résiduels (g/l)	8,4	< 2

(1) en milliers par ml

Par contre, dans un moût débourbé et riche en sucre (230 g/l) (tableau X), les conditions pour provoquer un arrêt de fermentation sont réunies ; l'anaérobiose est, en outre, soigneusement maintenue dans les cuves de 50 hl. Les fermentations sont lentes. Un arrêt se produit dans la cuve témoin après 29 jours, accompagné d'une altération lactique (acidité volatile 0,79 g/l). En présence de 40 g/hl d'écorces, la fermentation est complète en 18 jours et on évite les altérations bactériennes (acidité volatile 0,28 g/l).

Les dégustations comparatives n'ont pas été possibles, compte tenu de l'altération bactérienne.

TABLEAU X

Prévention des arrêts de fermentation en vinification en blanc sec d'un moût parfaitement clarifié
Fermentation conduite en cuves de 50 hectolitres

Sucre initial : 230 g/l
levurage : 10 g/hl *(S. cerevisiae,* levures sèches actives)

Les chiffres expriment les teneurs en sucres résiduels (g/l)

	Temps (jours)				
	12	16	18	22	29
Témoin	90	64	44	24	8
+ Ecorces de levure 20 g/hl	41	14	8	7	3
+ Ecorces de levure 50 g/hl	20	5	2		

2) **Traitement des arrêts de fermentation**

Les essais ont porté sur plus de 10.000 hl correspondant à 45 cas en vinification en rouge et en blanc, effectués sous l'égide du Conseil Interprofessionnel du Vin de Bordeaux, avec l'aide des services de la Chambre d'Agriculture de la Gironde, de l'Institut Technique du Vin, des Caves Coopératives et de laboratoires d'œnologie privés. Le traitement a été efficace dans 38 cas. Les 7 autres s'expliquent par un titre alcoométrique supérieur à 13 % vol., une température inférieure à 12° C dans le chai, une fermentation malolactique simultanée. Trois cas demeurent inexpliqués.

Des « goûts de levure » ont été signalés uniquement dans les cas de vins traités avec des doses supérieures à 60 g/hl et ensemencés simultanément avec plus de 20 g/hl de levures sèches actives.

DISCUSSION

L'ensemble de ces observations permet de dégager les faits essentiels concernant les modalités d'utilisation des écorces de levure dans le but de prévenir et de traiter les arrêts de fermentation.

1) En prévention des arrêts de fermentation, l'efficacité maximale est obtenue lorsque l'addition d'écorces de levure au moût (20 à 30 g/hl environ) est effectuée après la fermentation des 50 premiers grammes de sucre par litre. Pratiquée plus tardivement, elle entraîne une stimulation moins importante, mais effective. La conséquence est la possibilité d'intervenir même dans les dernières étapes de la fermentation pour prévenir l'arrêt. A notre connaissance, seul cet activateur présente cette remarquable propriété. Elle s'explique par l'action des écorces au niveau des substances toxiques fixées sur la paroi (LARUE et *al.*, 1984).

2) L'effet stimulant des écorces s'ajoute à celui des sels d'ammonium, à la condition que ceux-ci soient introduits avant fermentation et celles-là après la fermentation des premiers 50 g/l de sucre. Une population plus importante est libérée des substances inhibitrices qu'elle a formées ; en conséquence, une quantité maximale de sucre est fermentée. On peut, par ce procédé, diminuer les doses d'écorces utiles.

3) Les écorces de levure permettent la fermentation d'une quantité de sucre plus importante qu'un levurage dans les moûts possédant initialement une population indigène relativement dense, de l'ordre de 10^6 cellules par ml. Dans les moûts moins riches en levures indigènes, moûts de début de campagne de vinification ou appauvris après une clarification sévère, le levurage avant fermentation demeure recommandé (LAFON-LAFOURCADE et RIBÉREAU-GAYON, 1976). Bien entendu, les levures sélectionnées pour leurs propriétés particulières gardent tout leur intérêt. Dans un cas comme dans l'autre, l'addition d'écorces favorise l'efficacité du levurage.

4) Les écorces de levure sont surtout actives à titre préventif. Leur emploi est inutile dans les moûts de bonne fermentescibilité. Par contre, il est une précaution très recommandable dans les conditions de risques bien connues des œnologues, clarification poussée des moûts, forte concentration en sucre, température élevée de la vendange et de la fermentation, présence de résidus de pesticides. Aux doses préconisées (20 à 30 g/hl) les écorces de levure ne modifient pas les caractères organoleptiques des vins ; tout au contraire, dans le cas des vins rouges on observe une meilleure extraction de la couleur et des composés phénoliques.

5) Dans les cas d'arrêts de fermentation, l'efficacité du traitement repose sur l'élimination d'une partie des substances volatiles du vin. La deuxième fermentation implique une activité métabolique des levures limitée à quel-

ques g/l de sucre ; elle ne peut donc plus restituer au milieu la totalité des substances qui lui sont enlevées par les écorces. Le phénomène a peu d'incidence en vinification en rouge ; par contre, il peut devenir plus défavorable en vinification en blanc sec pour lesquels ces substances jouent un rôle important dans les caractères aromatiques des vins. C'est une raison supplémentaire pour effectuer le traitement préventivement, éventuellement, dès que la fermentation devient paresseuse, sans attendre l'arrêt total. Les modifications dans la composition du vin seront d'autant moins importantes que davantage de sucre aura été fermenté après traitement ; on évitera, en outre, la nécessité d'un deuxième ensemencement.

Dans le vin en arrêt de fermentation, convenablement sulfité, 30 à 40 g/hl d'écorces suffisent généralement pour faciliter la deuxième fermentation. Afin de favoriser le contact du vin avec les écorces, particulièrement non hygroscopiques, deux remontages sont nécessaires pour brasser le mélange. On procède, après 24 h, à l'inoculation du vin avec un levain actif.

6) Les modalités du levurage doivent tenir compte de la composition du vin, notammment de sa teneur en alcool. Les populations de levure en prolifération doivent être exclues. Les levures sèches actives conviennent pour des titres alcoométriques moyens (inférieurs à 12 %) ; pour des titres égaux ou supérieurs à 13 %, les populations en déclin conviennent mieux.

Compte tenu de la multiplicité des causes des arrêts de fermentation, il est certain que ce nouveau procédé ne résoudra pas toutes les difficultés de fermentation. Il constitue cependant, actuellement, le moyen le plus performant pour prévenir et traiter ces problèmes.

Remerciements

Nous remercions le Prof. A. BERTRAND pour son aide dans le dosage des substances volatiles par chromatographie en phase gazeuse et M. J. BLOUIN, Chef du Service Vin de la Chambre d'Agriculture de la Gironde, pour sa participation au développement pratique de l'emploi des écorces de levure en vinification.

Manuscrit reçu le 6 avril 1984 ; accepté pour publication le 5 juin 1984.

RÉSUMÉ

Les écorces de levure exercent une action stimulante maximale à l'égard de la fermentation alcoolique lorsqu'elles sont ajoutées au moût de raisin après la fermentation des premiers 50 g/l de sucre. Un ajout plus précoce ou plus tardif est moins efficace. Leur effet s'additionne à celui des activateurs traditionnels. Dans le vin en arrêt de fermentation, le traitement des écorces de levure doit être suivi d'une inoculation du vin avec une population de levures dans un état physiologique convenable.

SUMMARY

The stimulatory action produced by yeast ghosts on alcoholic fermentation is greatest when they are added to the grape must after the fermentation of the first 50 g per liter of sugar. If they are added either before or after this point, their effect is diminished. This stimulation acts along with existing traditional fermentation activators. In stuck wine, the treatment with yeast ghosts must be followed by an inoculation of a yeast population in suitable physiological state.

ZUSAMMENFASSUNG

Heferinden üben eine höchst stimulierende Aktion auf die alkoholische Gärung aus, wenn sie dem Most nach Vergärung der ersten 50 g/l Zugesetzt werden. Früheres oder späters Hinzuflügen ist weniger wirksam. Ihre wirkung kommt zu der der herkömmlichen Aktivatoren hinzu. Wenn Wein behandelt wird, dessen Gärung zum Stillstand gekommen ist, muss neben der Heferinde der Wein ebenfalls mit einer Hefepopulation beimpft werden, die in gutem physiologischen Zustand ist.

RESUMEN

Las cortezas celulares de las levaduras ejercen una acción estimulante máxima frente a la fermentacion alcohólica cuando se añaden al mosto de uva después que han fermentado los primeros 50 g/l de azucar. Una adición anterior o posterior presenta menor eficacia. El efecto se suma al de los activadores tradicionales. En el caso de un vino cuya fermentación se haya interrumpido antes de transformación total del azucar, el tratamiento con cortezas de levaduras debe completarse con la inoculación en el mismo vino de una problación de lavaduras en estado fisiológico adecuado.

RIASSUNTO

Le scorze di lievito hanno un'azione stimolante massima sulla fermentazione alcolica quando sono aggiunte al mosto d'uva dopo la fermentazione dei primi 50 g/l di zucchero. Un'aggiunta piú precoce o piú tardiva è meno efficace. Il loro effetto si aggiunge a quello degli attivanti tradizionali. Nel vino in sosta di fermentazione, il trattamento con le scorze di lievito è seguito da un'inoculazione del vino con una popolazione di lieviti in uno stato fisiologico adatto.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BERTRAND A., 1975. Recherche sur l'analyse des vins par chromatographie en phase gazeuse. *Thèse de Doctorat d'Etat, Université Bordeaux II.*

GENEIX C., LAFON-LAFOURCADE S. et RIBÉREAU-GAYON P., 1983. Effet des acides gras sur la viabilité des populations de *Saccharomyces cervisiae,* C.R. Acad. Sc., Paris, t. 296, série III, 943-947.

GENEIX C., LAFON-LAFOURCADE S. et RIBÉREAU-GAYON P.. 1983. Les causes, la prévention et le traitement des arrêts de la fermentation alcoolique. *Connaissance Vigne Vin,* **17**, 3, 205-217.

LAFON-LAFOURCADE S., LARUE F., BRECHOT P. et RIBÉREAU-GAYON P., 1977. Les stéroïdes, « facteurs de survie » des levures au cours de la fermentation alcoolique du moût de raisin. C.R. Acad.Sc. Paris, t. 284, série D, 1939-1941.

LAFON-LAFOURCADE S., LARUE F. and RIBÉREAU-GAYON P., 1979. Evidence for the existence of « Survival Factors » as an explanation for some pecularities of yeast growth, especially in grape must of high sugar concentration. *Appl. Environ. Microbiol.*, **38**, 6, 1069-1073.

LAFON-LAFOURCADE S., GENEIX C. and RIBÉREAU-GAYON P., 1984. Inhibition of alcoholic fermentation of grape must by fatty acids produced by yeasts. Their elimination by yeast ghosts. Accepté pour publication par *Appl. Environ. Microbiol.*

LARUE F., GENEIX C., LAFON-LAFOURCADE S. et RIBÉREAU-GAYON P., 1984. Premières observations sur le mode d'action des écorces de levure. *Connaissance Vigne Vin* (accepté pour publication).

LAFON-LAFOURCADE S. et RIBÉREAU-GAYON P., 1976. Premières observations sur l'utilsation des levures sèches en vinification en blanc. *Connaissance Vigne Vin,* **10**, 3, 277-292.

TORRES-ALEGRE V.M., 1982. Formation des acides gras et autres produits secondaires au cours de la vinification. Interprétation statistique des résultats. *Thèse Docteur-Ingénieur, Université Bordeaux II.*