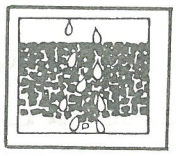

Microscopic sludge investigation in relation to treatment plant operation

D. H. Eikelboom, TNO Research Institute for Environmental Hygiene, The Netherlands

ترجمه : حمید موحدیان

انجام تحقیقات میکروسکوپی لجن برای بهبود شرایط بهره برداری از تصفیه خانه ها

مقدمه

فرآیند لجن فعال بمقیاس وسیعی در تصفیه فاضلابها بکار میرود. در اثر فعالیت سلول های باکتریائی مجتمع (لخته های آشنای موجود در لجن فعال) گونه های مختلف مواد موجود در فاضلاب به سرعت تجزیه میگردند. هستهٔ اصلی فرآیند تصفیه، لخته های لجن فعال است . غالبا" پائین بودن کیفیت پسآب خروجی مستقیما" بواسطهٔ نامساعدبودن وضعیت لخته های لجن میباشد. با این وجود استاندارد روش تحقیقی که امروزه به منظور کنترل فرآیند تصفیه بکارمیرود شامل انجام آزمایشات فیزیکی و شیمیائی بر روی فاضلاب ورودی و پسآب خروجی میباشد. به همین دلیل پرسنل بهره بردار اطلاع اندکی از کیفیت لجن در واحد خودشان دارند . در نتیجهٔ این ناآگاهی ، آنها از تشریح علل نابسامانیهای موجود در فرآیند تصفیه عاجز هستند. بعنوان مثال، تیره بودن پسآب خروجی همیشه بعلت ته نشینی ضعیف لخته ها در حوضچهٔ ته نشینی نهائی (در اثر رشد بیش از حد اندامگان رشته ای) نیست، بلکه میتواند بواسطهٔ کوچك بودن بیش از حد لخته ها، فقدان پروتوزآ و یا رشد انتشاری سلولهای باکتریایی باشد. اگرچه تأثیرات نهائی تمام این کاستی ها (یعنی تیرگی پسآب خروجی) قابل مقایسه هستند ولی علل گوناگونی دارند. کاملا" واضح است که درانتخاب نهائی روشهای اصلاحی بهره برداری باید از ماهیت مشکلات آگاهی پیدا نمود. به همین دلیل معمولا" انجام آزمایش میکروسکوپی بر روی لجن گریزناپذیر است چرا که کسب اطلاع از کیفیت واقعی لخته ها عموما" تنها به این طریق امکان پذیر میباشد.

علاوه بر این برای کنترل صحت مراحل فرآیند تصفیه و کسب آگاهی از افت کیفیت لجن قبل از آنکه باعث بروز مشکلات در مقیاسهای وسیع بشود انجام آزمایشات میکروسکوپی بطور منظم ضروری است .

در این بخش عملکرد آزمایشات تنها بطور خلاصه ذکر خواهد شد. [۱]

آزمایش میکروسکوپی لجن فعال

در یك تصفیهٔ خانهٔ لجن فعال ظاهرا" تعداد ریز اندامگان در حالت تعادل بسر میبرند . ولی در عالم واقع تغییرات پیوسته ای در حال رخداد میباشد. درآزمایشاتی که بر روی پروسس های تصفیه انجام میشود همیشه این حالت وجود ندارد زیرا ایجاد تغییر در جمیعت ریز اندامگان موجود در لجن باعث استفاده بهینه از منابع غذائی خواهد شد و یا بعبارت دیگر باعث حذف ترکیبات موجود در فاضلاب میگردد خصوصیت نسبتا" ثابت فرآیند لجن فعال بطور مستقیم بواسطهٔ وجود چنین عاملی است . ترکیب لخته ها در چهار چوب خاصی دائما" بواسطهٔ عوامل مختلف

بهره برداری نظیر کیفیت فاضلاب ورودی و عوامل جوی در حال تغییر است .

آزمایشات متعدد انجام شده نشان داده است رشد گستردهٔ بسیاری از باکتریهای رشته ای بعلت کم بودن تراکم مواد غذائی در تانك هوادهی است . بنابراین برای کنترل وجلوگیری ازایجاد بالکینگ لجن دربسیاری از تصفیه خانه ها تغییر شرایط بهره برداری وافزایش موضعی میزان بار وارده با موفقیت همراه بوده است . این تنظیم فرآیند رقابت موجود بین باکتریهای لجنهای مختلف را به گونه ای تغییر داده که باکتریهای رشته ای تنها قادر به جذب درصد کمی از مواد غذائی موجود هستند. اساسا" آزمایشات میکروسکوپی لجن بنوعی طراحی شده که بتوان بر بستر آن در زمانهای مختلف تغییرات بوجود آمده در مقدار و نوع اندامگان رشته ای را شناسائی نموده و مدارك مستندی از بالکینگ در اثر اندامگان رشته ای جمع آوری کرد.

در هر حال نشان داده است که ارزش این آزمایشات وقتی تحقیقات منحصر به این اندامگان نشود دارای ارزش بیشتری است ووقت چندان زیادتری نیز صرف نخواهد شد. همزمان ، بسیاری از تغییرات دیگر را نیز میتوان درلخته موردبررسی قرارداد.

از نظر عموم تمام لخته های لجن فعال یك تودهٔ بی شکل و تقریبا" بدون هیچ ساختمان مشخصی میباشد. گاه ذراتی دیده میشود که درحال حرکتند و بین لخته ها نیز معمولا" ساختمانهای رشته ای وجود دارد ولی شاهد باتجربه تفاوتهای زیرین را بخوبی درخواهد یافت .

- شکل ، ساختمان ، اندازهٔ لخته ها .
- ترکیب لخته ها : آیا تفاوتهای ماهوی بین ریز اندامگان وجود دارد؟ آیا گروه باکتری اختصاصی وجود دارد؟ آیا مقدار ذرات غیر باکتریائی آلی و غیر آلی در لخته ها زیاد است ؟
- ریزاندامگان رشته ای : آیااین نوع اندامگان حضور دارند؟ چه انواعی قابل تشخیصند؟ آیاجمعیت آنها متناسب با زمان تغییر میکند؟
- رشد پراکندهٔ باکتریها : آیا سلولهای باکتریائی آزاد در بین لخته ها زیاد هستند؟
- اندامگان ردهٔ بالاتر : آیاد پروتوزآ، روتیفرها، و غیره وجود دارد و مقدار آنها چقدر است ؟
- باکتریهای حلزونی شکل بدون مژه ، باکتری حلزونی شکل مژه دار.

میکروسکوپ وقتی چنین اطلاعاتی را در مورد خصوصیات لجن جمع آوری کند وسیلهٔ بسیار سودمندی است و انتظاری بیش از این بیهوده خواهد بود. آزمایشات میکروسکوپی اطلاعاتی در مورد شمای قابل رؤیت لجن در اختیار ما قرارمیدهد . معمولا" اطلاعات کمی در باره کیفیت بیوشیمیائی لخته ها بدست میآید. بنابراین فعالیت تودهٔ زنده باید به طریق دیگری حاصل گردد.

انجام آزمایشات و ثبت نتایج

انواع مختلف لجن فعال بقدری از نظر شکل ساختمانی و ترکیب لخته ها متفاوتند که توضیح چنین موضوع پیچیده ای برای آنها بسیار دشوار است.

پس لزوما" این توضیحات اطلاعات کافی در مورد خصوصیت کیفیت لجن در اختیار ما قرار نمیدهد. بنابراین تخمین اولیهٔ چشمی برای اکثر پارامترها با شمارش و اندازه گیری فاقد اعتبار چندان میباشد.

تمام آزمایش را میتوان بسرعت انجام داد. ناظر با تجربه برای انجام این امر به بیش از ۱۵ دقیقه وقت نیاز ندارد.

برای تجزیه و تحلیل ، تنها به یك میکروسکوپ احتیاج داریم . حداقل سه نوع عدسی با(بزرگنمائیها ی ۱۰ ، ۴۰ و یا ۵۰ و ۱۰۰ برابر) ، یك عدسی نوری

Table 3.1 – Microscopic examination of a bulking oxidation ditch sludge

FILAMENTOUS MICRO-ORGANISMS(1)				CATEGORY: 4	
"Cyanophyceae"		*S. natans*		Type 0914	
H. hydrossis	0	Thiothrix		Type 0961	
M. parvicella	X	Type 0041	0	Type 1701	
N. limicola I		Type 0092	0	Type 1851	0
N. limicola II		Type 021N			
N. limicola III		Type 0581			
Nocardia		Type 0803		Various species	

PROTOZOA – ROTIFERS – NEMATODES – AMOEBAE(2)					
Cilates	+	*Lionotus*		*Monosiga*	
Carchesium		*Paramecium*		*Pleuromonas*	
Epistylus		*Spirostomum*		*Poteriodendron*	
Opercularia	+	*Trachelophylum*		*Trepomonas*	
Vorticella	+				
Aspidisca				Amoebae	–
Blepharisma				Thecamoebae	++
Chilodonella		Flagellates	–	Heliozoa	–
Colpidium		*Bodo*		Rotifers	±
Euplotes	±	*Hexamitus*		Nematodes	–

MORPHOLOGY OF THE SLUDGE FLOC					VARIOUS FEATURES	
Firmness and shape of the floc	structure open	compact	size small	medium large	Diversity	+
Firm, somewhat rounded		x	20		Free cells(3)	±
Firm, irregular shape					Zoogloea's(2)	–
Weak, somewhat rounded					Spirochetes(2)	++
Weak, irregular shape					Spirils(2)	–
Agglomerates	x			40 40	Organic fibers(2)	+

×۱۰۰ برای انجام آزمایش ، دو لکه باکتریائی و یك عدسی چشمی لازم است . قسمت زیادی از اطلاعات مورد نیاز را مستقیما" میتوان ازطریق آزمایش عینی لجن بدست آورد . می بینیم که آزمایش میکروسکوپی لجن به سرمایه گذاری گسترده ای نیاز ندارد.

تجزیه و تحلیل شامل چهار قسمت است :

(a) ریز اندامگان رشته ای .

(b) پروتوزآ

(c) شکل لخته ها

(d) خصوصیات دیگر

روش استانداردی.برای تثبیت مشاهدات بوجود آمد. جدول شماره (۱ ـ ۳) مثالی از این مورد است . ملاحظات ثبت شده دربارهٔ بالکینگ لجن در یك حوضچه اکسایش است . قسمت بالائی جدول برای ثبت جمعیت ریز اندامگان رشته ای و قسمت میانی و پائینی بترتیب برای پروتوزآ و شکل لخته ها در نظر گرفته شده است . مقدار پروتوزآ، توده های باکتریایی ، باکتریهای حلزونی‌شکل مژه دار باکتریهای حلزونی و رشته های ارگانیك ذکر شده براساس تخمین اولیه چشمی از تعداد سلولها و یا ذرات در یك مورد نمونه انجام گردیده است .

مشاهدات بطریق زیر به ثبت رسیده است:

- = غایب
± = گاهی مشاهده شده است
+ = مرتب دیده شده (۵ تا ۱۵ گونه در یك اسلاید)
++ = کرارا" دیده شده (بیش از ۱۵ تا ۲۰ گونه در یك اسلاید)

برای رشد پراکندهٔ باکتریها روش مقایسه ای بکار رفت . برای تاژکداران و مژه داران از تقسیم بندیهای فرعی بیشتری میتوان استفاده کرد هر دو گروه مشتمل برصدها گونهٔ مختلف هستند و تنها متخصصین این فن قادر به تشخیص آنها میباشند. در جدول تجزیه و تحلیل چند گونه ذکر شده که کرارا" درلجن فعال دیده شده اند . توانائی شناخت این گونه ها حائز اهمیت فراوانی است چرا که حضور و یا غیاب برخی از پروتوزآ اطلاعات مفیدی دربارهٔ کیفیت لجن فعال دراختیار ماقرار میدهد. [۲,۳]

ارزیابی جامع شکل لخته ها مشکلترین قسمت آزمایش میکروسکوپی میباشد . لخته ها بترتیب زیر دسته بندی شده اند.

- ابعاد : قطر $< 150\ \mu m$: کوچك
  $150 <$ قطر $< 500\ \mu m$: اندازه متوسط
  قطر $> 500\ \mu m$: بزرگ
- شکل : نسبتا" کروی / غیر منظم
- ثبوت : ثابت / ضعیف
- ساختمان : باز / فشرده

پس از تعیین خصوصیت لخته های مختلف موجود در لجن به این طریق ، نسبت انواع گوناگون لخته ها به میزان MLSS تخمین زده میشود.

دامنهٔ رشته ای

تخمین عوامل موجود در لجن که با پدیده بالکینگ

لجن مربوطند تشکیل دهندهٔ عامل اساسی آزمایش میکروسکوپی لجن میباشد. تقریبا" در تمام لجنهای فعال ریز اندامگان رشته ای (بیشتر باکتریها) یافت میشوند. آنها متعلق به جمعیت معمولی لجن هستند. مادامیکه تعداد آنها زیاد نباشد حضور آنها اشکالی تولید نخواهد کرد. حتی میتوان ادعا کرد چون باعث ایجاد ساختمان محکمی در لخته ها میشود در پیشبرد فرآیند تصفیه نیز سودمند است. نهایتا" نیز در اثر حضور تعداد متعادلی ازباکتریهای رشته‌ای معمولا" پسآب خروجی تنها حاوی مقدار اندکی از لخته های باصطلاح کوچك (در فیلتراسیون کلاریفایر نهائی تأثیر دارند) میباشد. بنابراین وجود باکتری رشته ای تنها وقتی درلجن بصورت غالب درآید ایجاد اشکال خواهد نمود.

میزان کل اندامگان رشته ای درلجن در زمانهای مختلف بشدت دستخوش تغییر است . میزان این تغییرات بطور اساسی بستگی به ترکیب لجن، بار لجن و سن لجن دارد . البته ثبت و مشاهده این تغییرات نیز به هر طریق حائز اهمیت فراوانی است. در اینجا مشکلی وجود دارد، شمارش واندازه گیری رشته ها نه تنها بسیار وقت گیر هستند بلکه غالبا" وقتی رشته ها در یکدیگر پیچیده و تنیده شده باشند انجام آن غیر ممکن است . بنابراین دامنهٔ رشته ای نیز بطور تقریبی بوسیله چشم مشخص میشود. لجن های فعال را میتوان برمبنای وسعت رشد رشته‌ها به چند گروه تقسیم کرد. پنج گروه قابل تشخیص هستند.

۰= تقریبا" اندامگان رشته ای وجود ندارد.
۱= مقدار اندکی اندامگان رشته ای وجود دارد.
۲= تعداد اندامگان رشته ای معتدل است .
۳= تعداد زیادی از اندامگان رشته ای وجوددارد.
۴= مقدار بیشماری اندامگان رشته ای وجوددارد.

درارزیابی نوع خاص لجن ، منظرهٔ میکروسکوپی با تصاویر انواع مختلف (شکل ۱ ـ ۳) مقایسه میگردد

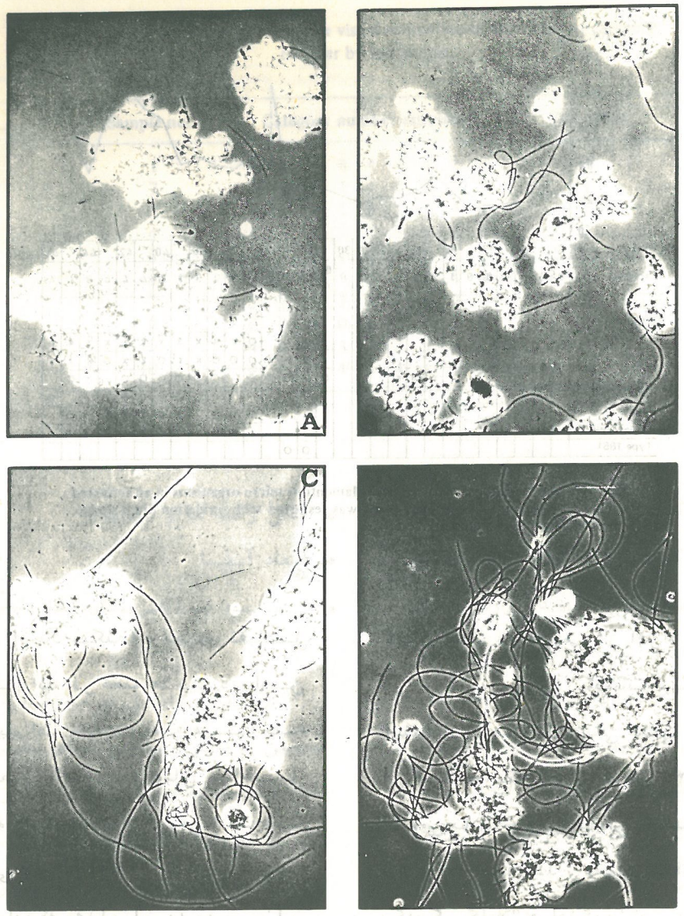

Fig. 3.1 – Classification of activated sludges based upon the extent of filamentous growth. Type 021N dominant; 125 x
A = category 1, B = category 2, C = category 3, D = category 4

به لجن شمارهٔ دسته ای که بیشترین شباهت را با منظرهٔ میکروسکوپی دارد داده میشود. با این طریق دامنهٔ تشکیل رشته ها کم و بیش اندازه گیری میشود. کاربرد این سیستم امتیازات زیادی دارد. توضیح توصیفی مانند " اندکی " و یا " مقدار زیاد " که میتواند باعث سردرگمی شود جای خود را به مقادیر عددی میدهد. این امر توسط دیگران نیز قابل درك است و آنها را قادر میسازد از تصاویرمرجع یکسانی استفاده نمایند. ازطرف دیگر تغییرات ایجاد شده در یك دورهٔ زمانی را میتوان به سادگی ثبت کرد. این روش تنها وقتی دارای مفهوم خاص خود است که افزایش عدد هر گروه بطور واقعی بیانگر پائین‌آمدن خاصیت ته نشینی لجن باشد. معمولا" هم ، چنین ارتباطی وجود دارد (شکل شماره ۲ ـ ۳) . در هر حال قانون کلی برای این امر وجود ندارد چون خاصیت ته نشینی لجن فعال نه تنها بستگی به دامنهٔ رشد رشته ای دارد بلکه نوع رشته های موجود (رشته های بزرگ نسبت به انواع نازك و پیچدار

خود مشکلات بیشتری ایجاد میکند) ، نیروی ثقل لخته ها و نیروی کششی آب در لخته ها نیز در این امر مؤثراست[۴]. تغییرات جمعیت لخته ها به بالکینگ رشته ای بطور واضح و در همان مراحل اولیه بیشتر در نتیجه افزایش عدد گروهی است تا افزایش شاخص حجمی لجن(SVI) . چنانچه تنها ثبت شود تا زمانیکه مقدار آن به میزان زیادی افزایش یابد بالکینگ لجن قابل تشخیص نیست .پس لجن معمولا" حاوی مقداری رشتهٔ قبلی است . بطور مثال در شکل شماره (۲ ـ ۳) محدودهٔ زمانی هفته ۳۲ تا ۳۳ و ۳۵ تا ۳۹ را ببینید .دسته نوع سوم معمولا" محدودهٔ نوع بحرانی هستند. لجن هنوز به خوبی ته نشین میشود ولی افزایش جزئی عدد رشته ها باعث ایجاد مشکلات واقعی بالکینگ خواهد شد. افزایش SVI بلافاصله پس از اضافه شدن تعداد رشته ها بیش از حد استاندارد بوسیلهٔ دیگران نیز ذکر شده است . [۵] .

این روش چندان واقعی بنظر نمیرسد ولی ثابت شده که در تحقیقات بالکینگ لجن بسیار مفیداست. علاوه بر این سیستم طبقه بندی بسرعت قابل فرا

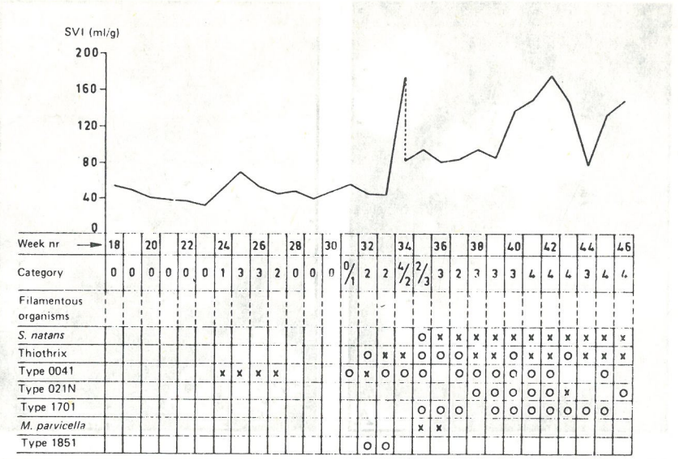

Fig. 3.2 – SVI, category numbers and filamentous micro-organisms in an activated sludge. In week no. 34 the pilot plant was restarted with oxidation ditch sludge.
X = dominant; 0 = secondary

گیری است به گروهی از افراد (شرکت کنندگان در دورهٔ سه روزهٔ آزمایشات میکروسکوپی لجن) ابتدأ" چند نمونهٔ نمایشی نشان داده شد . سپس از آنها خواسته شد در عرض ۴۵ دقیقه عدد طبقه بندی ۱۰ لجن ناشناخته را تعیین کنند . نتایج در جدول (۲ ـ ۳) آمده اند و بخوبی نشاندهندهٔ آنست که با یکدیگر کاملا" هماهنگ هستند . این روش استاندارد کردن قبلا" توسط بسیاری از مسئولین واحدهای آبرسانی در هلند بکار رفته است .

تشخیص اندامگان رشته ای

امروزه معلوم شده است در حدود ۳۰ نوع ریز اندامگان رشته ای در لجن فعال موجود است .[۶]بر خلاف آنچه قبلا" مورد قبول بوده ، س . ناتانز[۱] اهمیت چندانی ندارد ، ام . پاریسلا[۲] و نوع N 021 غالبا" باعث ایجاد بالکینگ در لجن میشود، نوع ۱۷۰۱ ، نوع ۰۸۰۳ ، ح . هیدروسیس[۳] ، س . ناتانزون لیمی کولا[۴] در این پدیده تأثیر کمتری دارند. گونه های دیگر ندرتا" در تصفیه خانه هائی که فاضلاب شهری را تصفیه میکنند در حد زیادی ظاهر

Table 3.2 – Results obtained for visual estimation of the filament category number by ten people.

Sample no.	Category number estimated									Real value
1	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4
2	2	1	1	1	1	0	2	2	2	1
3	2	2	2	2	3	2	3	4	3	2
4	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3
5	2	1	1	1	1	1	1	0	2	1
6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
7	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2
8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
9	4	2	3	3	3	3	3	3	4	3
10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

میشوند .احتمالا" روش کنترل عملی یکسانی برای همهٔ آنها وجود ندارد. اکنون اطلاعات اندکی دربارهٔ حساسیت باکتریهای رشته ای در روشهای کنترل بالکینگ لجن که در کتب مختلف ذکر گردیده موجود میباشد. انتظار میرود این خلأ آگاهی در خلال چند سال آتی بسرعت برطرف شود.

در هر حال تمام باکتریهای رشته ای ایجاد بالکینگ لجن نخواهند کرد. گونه های خاصی(مثلا" نوع ۰۹۱۴ ، فلکسی باکتر[۵] ، بگی آتوا[۶]) دربسیاری از لجنها که خیلی عالی ته نشین میشوند نیز یافت میگردند.

گونه های دیگر بطور مثال نوع ۰۰۴۱ و نوع ۰۰۹۲ ندرتا" در تصفیه خانه های فاضلاب خانگی باعث ایجاد بالکینگ میشوند. بنابراین رشد نوع ۰۰۴۱ در واحد مطالعاتی (هفته ۲۴ تا ۲۶،شکل۲ـ۳) چندان نگران کننده نیست ، پس تشخیص اندامگان رشته ای لجن عامل مهمی درتجزیه و تحلیل است . برمبنای تعداد،خصوصیات، شکل چند اندامگان رشته ای مقدمتا" مورد شناسائی قرار گرفت اینها شامل :

- شاخه های رشته ها
- ذخیرهٔ سولفور بوسیله سلولها
- متحرک بودن رشته ها
- شکل رشته ها و سلولها
- ابعاد آنها
- رشد باکتریهای تك سلولی بر روی رشته ها.

این روش شامل دو مرحله (گرام[۷] و نیسر[۸])و همچنین آزمایش کوتاهی برای تعیین اینکه آیاباکتری قادر است دانه های سولفور را در سلولهای خود ذخیره کند یا نه میباشد. سپس با کمك کلید شناسائی (۲ ـ ۳) نام و یا تعداد اندامگان رشته ای تعیین میشود. برخی از گونه هائی که خیلی نادرهستند در این کلید منظور نشده اند.

مشاهدهٔ بیش از یك گونه باکتری در بیشترلجنها امری عادی است . معمولا" بین آنها اختلاف کمی وجود دارد. گونه هائی که به مقدار زیاد یافت میشوند گونه های غالب نامیده میشوند . این قبیل گونه ها را بر روی فرم بوسیله × نشان میدهیم.بقیه گونه ها (اندامگان ثانویه) بوسیله ٥ مشخص میشود. شکل شماره (۲ ـ ۳) مثالی است از ترکیب جمعیتی یك نمونه لجن فعال .

وظیفه موجود در بهره برداری تصفیه خانه

اگر چه آزمایشات میکروسکوپی وقت زیادی را نمی گیرد با اینحال غالبا" در مورد تجارب عملی مورد نیاز برای انجام این قبیل تحقیقات سئوال میشود.

همراه این سئوال نحوهٔ اصلاح کیفیت پائین لجن نیز مورد پرسش قرار میگیرد. چگونه میتوان نتایج این تجزیه و تحلیلها را در بهبود وضعیت تصفیه خانه ها و تصحیح نحوه بهره برداری بکار بست ؟

قبل از توجه به این جزئیات باید درنظرداشت که :

• مشکل بالکینگ بمقیاس گسترده ای ظاهرمیشود. درهلند بیش از ۴۰ تا ۵۰ درصد تصفیه خانه های فاضلاب شهری مسئله بالکینگ لجن داشته اند حتی در تصفیه خانه هائی که فاضلاب صنایع فرآیند گوشت را تصفیه میکنند این درصد بیشتر است . در آلمان و انگلستان اعداد قابل مقایسه ای بدست آمد:[۷]

• تعداد زیادی ازتصفیه خانه ها قادر به رعایت استانداردهای مربوط به پساب خروجی نیستند. سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا[۸] تخمین زده است که در آمریکا حدود ۱/۳ تصفیه خانه ها استانداردهای لازم حذف BOD_5 را رعایت نکرده اند و حدود نیمی از واحدها استانداردهای لازم مواد جامد معلق را رعایت ننموده اند.

• در کتب گوناگون چندین روش برای اصلاح لجن ذکر شده است .

نتایج معمولا" قابل پیش بینی نیست و در اکثر موارد تولید مجدد ان در مکانهای دیگر مشکل است .

نتیجتا" مشکلات حل نشدهٔ بسیاری وجود دارد. متأسفانه سطح دانش فعلی برای اصلاح نحوهٔ بهره برداری ضعیف تصفیه خانه ها کافی نیست . در اکثر موارد روش سعی و خطا تنها راه موجود است . انجام تحقیقات سیستماتیك بیشتری لازم است وباید توجه بیشتری به وظائف ریز اندامگان در تصفیه فاضلاب نمود . این روش چندین بار در خلال چند سال گذشته توصیه شده است [۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲] ولی هنوز بهره برداران به جای تفکر درموردِ مجموعه‌ای از اندامگان زنده ، به تانکی پر از لجن فکرمیکنند. آزمایش میکروسکوپی لجن نه تنها برای تشخیص علل

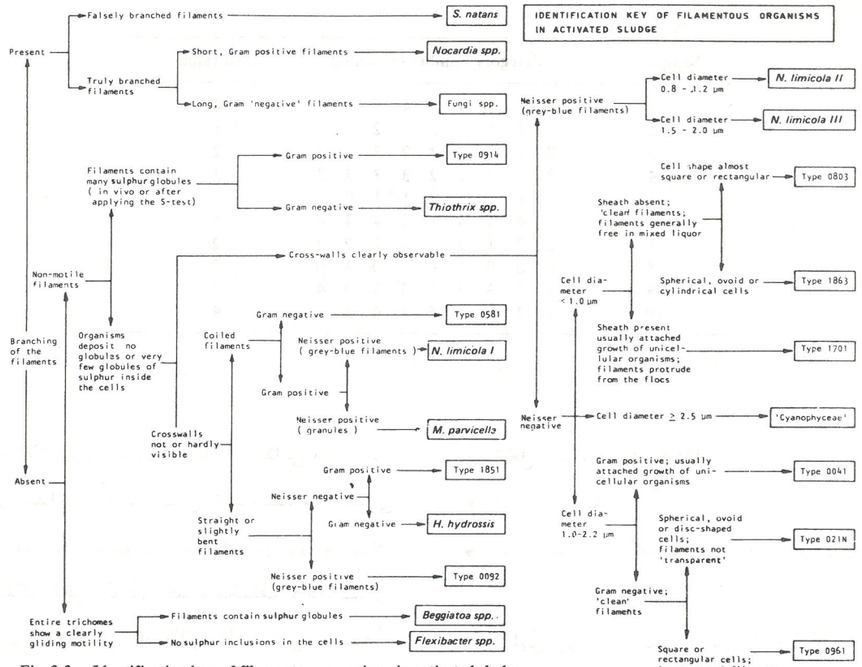

Fig. 3.3 – Identification key of filamentous organisms in activated sludge.

Table 3.3 – Results of different bulking sludge control strategies

	Dominant filamentous species	Category	SVI (mg/l)	Method applied	Results
A [13]	*S. natans* Type 0961? Type 1851	?	300	Chlorination; 10–20 g Cl_2/m^3 return sludge	Type 0961 and *S. natans* almost disappeared. Type 1851 was not destroyed. SVI dropped to 100.
B	Type 021N	4	400–600	Chlorination; 2.5 g Cl_2/m^3 return sludge	SVI dropped in 14 days to about 125. Type 021N disappeared.
C [14]	*N. limicola III* Type 0041	4	200	Mixing stage of sewage and sludge; floc loading 40–60 mg COD/g MLSS	Category number decreased to 2–3. The SVI dropped to about 100. Dewatering of the sludge improved.
D [15]	*M. parvicella*	4	140–180	Mixing stage of sewage and sludge; floc loading 60 mg COD/g MLSS	*M. parvicella* almost disappeared. Category dropped to 1–2 and the SVI to about 60.
E	Type 021N	4	400–500	Mixing stage of sewage and sludge; floc loading 180 mg COD/g MLSS	Type 021N almost disappeared; category dropped to 1–2.
F	'Cyanophyceae' *H. hydrossis*	4	>300	Chlorination (4g Cl_2/m^3 return sludge) during 1 week followed by the incorporation of a mixing stage; floc loading not known	SVI dropped with Cl_2 to 200. After the incorporation of the mixing stage the SVI decreased to 100–150. *H. hydrossis* disappeared. Moderate numbers of the 'Cyanophyceae' are still present.
G	*M. parvicella*	4	175–300	Mixing stage of sewage and sludge; floc loading not known	SVI dropped to 125–175. *M. parvicella* still present (category 3-4)
H	Type 021N *M. parvicella* *N. limicola II*	4	200–400	Mixing stage; floc loading about 120 mg COD/g MLSS	Category 2-3; SVI 100-200. T 021N and *M. parvicella* disappeared.

ایجاد مشکل لازم است بلکه ، برای ارزیابی تأثیر تغییرات فرآیند نیز بکار میرود.

در طول چند سال گذشته این روش سیستماتیك به مردم هلند معرفی شده است .

جدول شماره (۳ ـ ۳) نشاندهنده نتایج ابتدائی در این مرحله است که هنوز کاملا" بوسیله تجارب واحدهای دیگر تأئید نشده است . این نتایج که قبلا" منتشر نشده بود حاصل کار واحدهای مختلف آبرسانی است که این روش بتدریج درآنها ایجاد گردید . در این روش در طول چند سال دانش مورد نیاز برای کنترل ازدیاد ریز اندامگان رشته ای رشد خواهد کرد.

برای حل کردن دیگر مشکلات بهره برداری نیز میتوان از همین روش استفاده کرد. اگر چه کامل شدن اطلاعات مربوط به لجن به زمان زیادی نیاز دارد ولی به پیشرفتهای شایانی نیز تاکنون دست یافته ایم .

در زمینه های دیگر مطالب زیر را میتوان ذکر کرد :

پروتوزآ[۹] : عموما" وقتی چند گونه تاژکدار[۱۰] در لجن پیدا شود نشانهٔ خوبی است . افزایش تعداد مژه داران[۱۱] و امیبها[۱۲] معمولا" نشاندهندهٔ زیاد بودن بار و یا کمبود اکسیژن در تانك هوادهی است. به علاوه ، این اندامگان بعنوان شاخص نیز بکار

میروند . پروتوزآ در فاضلابهای حاوی مواد سمی از بین میروند .

شکل لخته[13]: در تصفیه خانه هائی با بار آلی اندك عموما" لخته های کوچك (۵۰ μm تا ۱۵۰) ثابت، و لخته های فشرده وجود دارد، بعضی اوقات نیز تشکیل توده میدهد . این توده ها لخته های کوچکی هستند که بوسیله رشته ها به یکدیگر متصل شده اند . دربرخی از تصفیه خانه هائی که بار وارد به آنها بسیار کم است لخته ها به ذرات بین ۵ μm تا ۲۵ تقسیم میشوند که به سختی ته نشین میگردند .ثبوت لخته ها با افزایش بار کاهش یافته و غالبا" لخته هائی با اشکال نامرتب مشاهده میشوند .اندازهٔ آنها به مقدار زیادی بستگی به نوع سیستم هوادهی دارد .

تنوع[14]: در یك لجن سالم معمولا" لخته حاوی گونه های مختلف باکتری است . لخته های باتنوع باکتریائی کم معمولا" در تصفیه خانه هائی که بار وارد به آنها بسیار زیاد است یافت شده و علاوه بر این حضور چنین لخته هائی میتواند شاخص ترکیب نامطلوب فاضلاب ورودی باشد .پائین بودن تنوع گونه های باکتریائی تصفیه خانه را کاملا" آسیب پذیر میسازد زیرا کل فرآیند تصفیه تنها به انجام وظیفه چند نوع باکتری بستگی پیدا میکند .

انتشار سلولهای باکتریایی[15]: زیاد بودن تعداد سلولهای آزاد بین لخته ها نسبت به مقدار درونی آنها در تصفیه خانه هایی که بار ورودی آنها بالا میباشد امری عادی است . افزایش ناگهانی تعداد آنها در لجن فعال معمولا" نشاندهندهٔ بار سمی وارد به تصفیه خانه و یا کمبود اکسیژن در تانك هوادهی میباشد . قبل از افزایش بیش از حد سلولهای آزاد رشد انفجاری پروتوزآ رخ میدهد .

مجموعه های باکتری[16]: حضور گستردهٔ این گونه ها غالبا" میتواند بواسطهٔ ترکیب فاضلاب باشد . وجود آنها معمولا" باعث ته نشینی بد وضعیف شدن خاصیت آبگیری از لجن خواهد شد .

باکتریهای حلزونی مژه دار[17]: این نوع باکتریها خصوصا" درفصل تابستان درلجن به میزان زیادی بوجود میآید، ولی هنوز معلوم نیست وجود آنها چه اهمیتی دارد .

الیاف آلی[18]: وجود و یا عدم وجود این ذرات اساسا" بسته به ترکیب فاضلاب داشته و تابعی از تانك ته نشینی اولیه است □

1- S.natans
2- M.parricella
3- H.hydrossis
4- N.limicola III
5- Flexibacter
6- Beggiatoa
7- Gram
8- Neisser
9- Protozoa
10- Ciliates
11- Flagellates
12- Amoebae
13- Floc morphology
14- Direrstity
15- Dispersed baeterial cells
16- Zoogloea
17- Spirochetes
18- Organic fibres

3.5 REFERENCES

[1] Eikelboom, D. H. and van Buysen, H. J. J. *Microscopic Sludge Investigation Manual.* IMG-TNO Report A 94A, Delft, The Netherlands, 1981.
[2] Curds, C. R. in *Ecological Aspects of Waste-Water Treatment.* (eds, Curds, C. R. and Hawkes, N. A.) pp. 203-268, Academic Press, London, 1975.
[3] Vedry, B. l'Analyse Ecologique des Boues Activees. *SOGETEC (France),* 1976.
[4] Forster, C. F. and Dallas-Newton, J. Activated sludge settlement - some suppositions and suggestions. *Water Pollution Control,* 1980, 79, 338-351.
[5] Sezgin, M., Jenkins, D. and Parker, D. S. A unified theory of activated sludge filamentous bulking. *Journal of the Water Pollution Control Federation,* 1978, 50, 362-381.
[6] Eikelboom, D. H. Filamentous organisms observed in activated sludge. *Water Research,* 1975, 9, 365-388.
[7] Tomlinson, E. J. *Bulking – A Survey of Activated Sludge Plants.* Technical Report TR 35, Water Research Centre, 1976.
[8] Johnson, W. D. Microbiology: operators should realize its importance in wastewater treatment. *Highlights (Deeds and Data),* 1979, 16, D13-D14.
[9] Anon. Bulking activated sludge. *Highlights (Deeds and Data),* 1978, 15, D1-D10.
[10] Pipes, W. O. Bulking of activated sludge. *Advances in Applied Microbiology,* 1967, 9, 185-234.
[11] Unz, R. F. Micro-organisms contributing to filamentous bulking. *Water Pollution Control Association, Pens.,* 1978, 20-25.
[12] Whittle, T. E. An operators guide to filamentous bulking. *Highlights (Deeds and Data),* 1978, 15, D1-D8.
[13] Frenzel, H. J. and Sarfert, F. Erfahrungen über die Verhinderung von Bläh schlamm Bildung Durch Chlorung des Belebten Schlammes. *GWF – Wasser/Abwasser.* 1971, 112, 604-606.
[14] Adriaansen, P. L. Practical experience with 2½ year floc-loading in order to correct a poor sludge volume index at the Bunnik Treatment Plant. *De Klaarmeester,* 1978, 5, 2-6.
[15] Heide, B. A. and Pasveer, A. Oxidation ditch: prevention and contol of filamentous sludge, *H_2O,* 1974, 18, 373-377.